

VOLUME I

# 3ª COMUNICAÇÃO NACIONAL DO BRASIL À CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA



VOLUME I

# 3ª COMUNICAÇÃO NACIONAL DO BRASIL À CONVENÇÃO-QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento
Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima
Brasília
2016

## REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

**PRESIDENTE DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**

*DILMA VANA ROUSSEFF*

**MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**

*CELSO PANSERA*

**SECRETÁRIA EXECUTIVA**

*EMÍLIA MARIA SILVA RIBEIRO CURI*

**SECRETÁRIO DE POLÍTICAS E PROGRAMAS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**

*JAILSON BITTENCOURT DE ANDRADE*

**COORDENADOR-GERAL DE MUDANÇAS GLOBAIS DE CLIMA**

*MÁRCIO ROJAS DA CRUZ*

## EQUIPE TÉCNICA DO MCTI

**DIRETOR DA TERCEIRA COMUNICAÇÃO NACIONAL**
*MÁRCIO ROJAS DA CRUZ*

**COORDENADORA DA TERCEIRA COMUNICAÇÃO NACIONAL**
*MARCELA CRISTINA ROSAS ABOIM RAPOSO*

**COORDENADOR TÉCNICO DO TERCEIRO INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÕES ANTRÓPICAS POR FONTES E REMOÇÕES POR SUMIDOUROS DE GASES DE EFEITO ESTUFA**
*EDUARDO DELGADO ASSAD*

**COORDENADOR TÉCNICO DOS ESTUDOS DE MODELAGEM CLIMÁTICA E DE VULNERABILIDADES E ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA EM SETORES-CHAVE**
*JOSE ANTONIO MARENGO ORSINI*

**SUPERVISORES DA TERCEIRA COMUNICAÇÃO NACIONAL**
*BRENO SIMONINI TEIXEIRA*
*DANIELLY GODIVA SANTANA MOLLETA*
*MAURO MEIRELLES DE OLIVEIRA SANTOS*

**ANALISTAS TÉCNICOS DA TERCEIRA COMUNICAÇÃO NACIONAL**
*CINTIA MARA MIRANDA DIAS*
*GISELLE PARNO GUIMARÃES*
*JULIANA SIMÕES SPERANZA*
*RENATA PATRICIA SOARES GRISOLI*

**EQUIPE TÉCNICA**
*ANDRÉA NASCIMENTO DE ARAÚJO*
*ANNA BEATRIZ DE ARAÚJO ALMEIDA*
*GUSTAVO LUEDEMANN*
*JERÔNIMA DE SOUZA DAMASCENO*
*LIDIANE ROCHA DE OLIVEIRA MELO*
*MOEMA VIEIRA GOMES CORRÊA*
*RICARDO ROCHA PAVAN DA SILVA*
*RICARDO VIEIRA ARAUJO*
*SANDERSON ALBERTO MEDEIROS LEITÃO*
*SONIA REGINA MUDROVITSCH DE BITTENCOURT*
*SUSANNA ERICA BUSCH*
*VICTOR BERNARDES*

**ASSISTENTE DA TERCEIRA COMUNICAÇÃO NACIONAL**
*MARIA DO SOCORRO DA SILVA LIMA*

**EQUIPE ADMINISTRATIVA**
*ANA CAROLINA PINHEIRO DA SILVA*
*ANDRÉA ROBERTA DOS SANTOS CAMPOS*
*RICARDO MORÃO ALVES DA COSTA*

**MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO**
*ESPLANADA DOS MINISTÉRIOS, BLOCO E*
*TELEFONE: 55 (61) 2033-7923*
*PÁGINA ELETRÔNICA: http://www.mcti.gov.br*
*CEP: 70.067-900 – Brasília – DF*

B823t Brasil. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima.

Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Volume I/ Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016.

135 p.: il.

ISBN: 978-85-88063-21-1

1. Mudanças Climáticas. 2. Convenção do Clima. 3. Comunicação Nacional. I. Título.

CDU 551.583

## AUTORES E COLABORADORES – VOLUME I

Aderita Ricarda Martins de Sena
Aloisio Lopes Pereira de Melo
Ana Luiza Champloni
Ana Paula Aguiar
Andrea Souza Santos
Beatriz Soares da Silva
Cláudio Hamilton Matos dos Santos
Cláudio Roberto Amitrano
Cristiane Madeira Ximenes
Demétrio Florentino de Toledo Filho
Demetrius Brito Viana
Jose Antonio Marengo Orsini
Juan José Cortez Escalante
Juliana de Senzi Zancul
Liliam Angelica Peixoto Colombo
Paulo Vicente Bonilha Almeida
Rafael Guerreiro Osório
Rodrigo Passos Barreto
Sergei Soares
Sin Chan Chou

## INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES – VOLUME I

Agência Brasileira de Cooperação – ABC
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI
Ministério da Educação – MEC
Ministério da Fazenda – MF
Ministério da Saúde – MS
Ministério das Relações Exteriores – MRE
Ministério de Minas e Energia – MME
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC
Ministério do Meio Ambiente – MMA
Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas – PBMC
Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais – Rede CLIMA

## SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

ºC – graus celsius

ABAL – Associação Brasileira do Alumínio

ABC – Academia Brasileira de Ciências

ABC – Agência Brasileira de Cooperação

ABC – Agricultura de Baixo Carbono

ABCM – Associação Brasileira do Carvão Mineral

ABEGÁS – Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química

AC – Acre

AIE – Agência Internacional de Energia

AL – Alagoas

AM – Amazonas

ANA – Agência Nacional de Águas

AND – Autoridade Nacional Designada

AP – Amapá

APA – Áreas de Proteção Ambiental

ASD – Áreas suscetíveis à desertificação

BA – Bahia

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BPC – Benefício de Prestação Continuada

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel

BRICS – Acrônimo para designar o grupo de países: Brasil, Rússia, Índia, China, e posteriormente a África do Sul

$C_2F_6$ – hexafluoretano

C40 – Grupo de grandes cidades mundiais compromissadas a combater a mudança do clima

CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres

CCS (*Carbon Capture and Storage*) – Captura e armazenamento de carbono

CCST – Centro de Ciência do Sistema Terrestre

CDB (*China Development Bank*) – Banco de Desenvolvimento da China

CE – Ceará

CEC – Comitê de Elaboração de Cenários

Cemaden – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CEMIG – Centrais Elétricas de Minas Gerais

CENPES – Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez

CEPAC – Centro de Pesquisas sobre Armazenamento do Carbono

CEPEL – Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

$CF_4$ – tetrafluormetano

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CGMC – Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima

$CH_4$ – metano

CIDES – Comissão Interministerial de Desenvolvimento Sustentável

CIM – Comitê Interministerial de Mudança Global do Clima

CIMGC – Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

cm – centímetro

CMP (*Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol*) – Conferência das Partes na qualidade de Reunião das Partes no Protocolo de Quioto

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

$CO_2$ – dióxido de carbono

Conabio – Conselho Nacional de Biodiversidade

Conpet – Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

COP (*Conference of the Parties*) – Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia da UFRJ

CPM – Comitê de Pesquisa e Modelagem

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil

CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do INPE

CTBE – Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol

CTL (*Coal-to-liquid)* – processo de transformação de carvão em combustíveis líquidos

CTCN (*Climate Technology Center and Network*) – Centro de Tecnologia de Clima

DBSA (*Development Bank of Southern Africa*) – Banco de Desenvolvimento do Sul da África

DEGRAD – Mapeamento de Áreas Degradadas

DETER – Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real

DF – Distrito Federal

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha

ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENOS – *El Niño* Oscilação Sul

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

ES – Espírito Santo

ESFF – Equipes de saúde da família fluvial

ESFR – Equipes de saúde da família ribeirinha

ESGF – *Earth System Grid Federation*

EUA – Estados Unidos da América

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FBMC – Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas

FGV – Fundação Getúlio Vargas

FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) – Federação Internacional de Futebol

Funbio – Fundo Brasileiro para a Biodiversidade

Funcate – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais

Funceme – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos

GEE – Gases de Efeito Estufa

GEF (*Global Environment Facility*) – Fundo Global para o Meio Ambiente

GEOMA – Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia

GIZ (*Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)* – Agência Internacional de Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável

GLP – Gás Liquefeito de Petróleo

GNL – Gás Natural Líquido

GO – Goiás

GOALS (*Global Ocean-Atmosphere-Land System*) – Sistema Global Oceano-Terra-Atmosfera

GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*) – Satélite Geoestacionário Operacional Ambiental

GOOS (*Global Ocean Observing System*) – Sistema Global de Observação dos Oceanos

GTL *(Gas-to-Liquid)* – processo de transformação de gás em combustíveis líquidos

GW – gigawatt

hab – habitantes

HFCs – hidrofluorcarbonos

IABr – Instituto Aço Brasil

IAI (*Inter-American Institute for Global Change Research*) – Instituto Interamericano para Pesquisas em Mudanças Globais

Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICLEI (*Local Governments for Sustainability*) – Governos Locais para a Sustentabilidade

CGLU *(United Cities and Local Governments)* – União das Cidades e Governos Locais

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

IES Brasil – Projeto Implicações Econômicas e Sociais

INCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia

INDC (*Intended Nationally Determined Contributions)* – Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPA – Instituto Nacional de Pesquisa na Amazônia

INPC – Índice Nacional de Preços ao Consumidor

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IOUSP – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

IPCC (*Intergovernmnetal Panel on Climate Change*) – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

IRD (*Institut de recherche pour le développement*) – Instituto de Pesquisas para o Desenvolvimento

IRENA (*International Renewable Energy Agency)* – Agencia Internacional de Energias Renováveis

JRC *(Joint Research Centre)* – Centro de pesquisa da Comissão Europeia

KfW – Banco alemão de desenvolvimento

km – quilômetro

km$^2$ – quilômetro quadrado

LAMEPE – Laboratório de Meteorologia de Pernambuco

LANDSAT – *Land Remote Sensing Satellite*

Landsat / TM – Sensor de mapeamento temático do satélite Landsat

LBA (*Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia*) – Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia

m – metro

m$^3$ – metro cúbico

m$^3$/s – metro cúbico por segundo

MA – Maranhão

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MAPS (*Mitigation Action Plans and Scenarios*) – Planos e cenários de ações de mitigação

MBSCG – Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global

MCid – Ministério das Cidades

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo

MDS – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome

MEC – Ministério da Educação

MERCOSUL – Mercado Comum do Sul

MF – Ministério da Fazenda

MG – Minas Gerais

mm – milímetro

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MME – Ministério de Minas e Energia

MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) – Espectroradiômetro de imagens de média resolução

MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

MRE – Ministério das Relações Exteriores

MS – Mato Grosso do Sul

MT – Ministério dos Transportes

MT – Mato Grosso

MW – megawatt

MWp – megawatt-pico

N – Norte

$N_2O$ – óxido nitroso

NAFC – Núcleo de Articulação Federativa para o Clima

NAMAs (*Nationally Appropriate Mitigation Actions*) – Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas

NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) – Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço

NEB – Nordeste Brasileiro

NO – Noroeste

ODM – Objetivo de Desenvolvimento do Milênio

OMM – Organização Meteorológica Mundial

PA – Pará

PAE – Programas de Ação Estadual de Combate à Desertificação

PAN – Planos de Ação Nacional

PB – Paraíba

PE – Pernambuco

PI – Piauí

PMBC – Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono

PNAB – Política Nacional de Atenção Básica

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPP (*Purchasing Power Parity*) – Paridade do poder de compra

PR – Paraná

PSE – Programa Saúde na Escola

PSF – Programa Saúde da Família

PSMC Saúde – Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima

PSTM – Plano Setorial de Transporte e Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima

RBMA – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

RGP – Registro Geral da Pesca

RJ – Rio de Janeiro

RN – Rio Grande do Norte

RO – Rondônia

RR – Roraima

RS – Rio Grande do Sul

S – Sul

SAP – Sistema de Alerta Precoce de Secas e Desertificação

SC – Santa Catarina

SE – Sergipe

SENAC – Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SEP/PR – Secretaria de Portos da Presidência da República

SEPED – Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento

SEPPIR – Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial

SESC – Serviço Social do Comércio

SESI – Serviço Social da Indústria

SISMOI – Sistema de Monitoramento e Observação de Impactos das Mudanças Climáticas

SP – São Paulo

SRT – Serviços Residenciais Terapêuticos

SUS – Sistema Único de Saúde

TCN – Terceira Comunicação Nacional

TEC – Comitê Executivo de Tecnologia

TERRA (*Satellite from The Earth Observing System*) – Satélite do Sistema de Observação da Terra

TNA (*Technology Needs Assessment*) – Avaliação das Necessidades Tecnológicas

TO – Tocantins

TOGA (*Tropical Ocean Global Atmosphere*) – Experimento Oceano Tropical e Atmosfera Global

TSM – temperatura da superfície do mar

UCs – Unidades de Conservação

UCS – *Union of Concerned Scientists*

UEMOA – União Econômica e Monetária do Oeste Africano

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UnB – Universidade de Brasília

UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

UNICA – União da Indústria de Cana-de-Açúcar

UNICEF (*United Nations Children's Fund*) – Fundo das Nações Unidas para a Infância

US$ – dólar norte-americano

USP – Universidade de São Paulo

W (*West*) – Oeste

WFI (*Wireless Fidelity*) – fidelidade/conexão sem fios

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

ZEE – Zoneamento Econômico Ecológico



# SUMÁRIO

# SUMÁRIO


**1 CIRCUNSTÂNCIAS NACIONAIS ........ 21**

1.1. Caracterização do Território ........ 22

1.1.1. Vegetação e Recursos Florísticos ........ 24

1.1.1.1. Amazônia ........ 25

1.1.1.2. Mata Atlântica ........ 27

1.1.1.3. Pampa ........ 28

1.1.1.4. Pantanal ........ 29

1.1.1.5. Cerrado ........ 30

1.1.1.6. Caatinga ........ 32

1.1.1.7. Ecossistemas Costeiros ........ 34

1.1.2. Fauna ........ 36

1.1.3. Recursos Hídricos ........ 37

1.2. Clima do Brasil ........ 39

1.2.1. Climatologia de Precipitação e Temperatura ........ 41

1.2.2. Extremos Climáticos ........ 43

1.3. Circunstâncias Especiais ........ 46

1.3.1. Regiões de Ecossistemas Frágeis ........ 47

1.4. Prioridades de Desenvolvimento Nacional e Regional ........ 52

1.4.1. Desenvolvimento Social ........ 52

1.4.1.1. Sistema Nacional de Políticas Sociais ........ 52

1.4.1.2. Desenvolvimento Humano no Brasil ........ 54

1.4.1.3. Evolução da pobreza e da desigualdade de renda no Brasil ..... 57
1.4.1.4. Perfil da saúde no Brasil ..... 66
1.4.1.5. Acesso aos serviços de saneamento básico ..... 70
1.4.2. Economia ..... 74
1.5. Resumo das Circunstâncias Nacionais ..... 78
**2 OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA ATINGIR OS OBJETIVOS DA CONVENÇÃO ..... 83**
2.1. Educação, Treinamento e Conscientização Pública ..... 84
2.1.1. Conscientização no Brasil sobre as Questões Relativas à Mudança do Clima ..... 85
2.1.1.1. Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) ..... 85
2.1.2. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas ..... 86
2.1.3. Programas de Educação em Conservação de Energia Elétrica e Uso Racional de Derivados de Petróleo e Gás Natural ..... 87
2.1.4. Participação da Sociedade Civil na Preparação da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada ao Novo Acordo sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima ..... 89
2.2. Formação de Capacidade ..... 89
2.2.1. Instituto Interamericano para Pesquisa em Mudanças Globais (IAI) ..... 90
2.2.2. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) ..... 90
2.2.3. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) ..... 91
2.2.4. Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA) ..... 92
2.2.5. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para Mudanças Climáticas ..... 94
2.2.6. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e as Mudanças Climáticas ..... 95
2.2.7. Programa de Monitoramento da Amazônia por Sensoriamento Remoto ..... 99
2.2.8. Programa Pirata ..... 101
2.2.9. Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta) ..... 103
2.2.10. Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) ..... 104
2.2.11. Programa Antártico Brasileiro (Proantar) ..... 105
2.2.12. Monitoramento de Cenários de Mitigação ..... 106

2.3. Transferência de Tecnologia ..... 108
2.3.1. Necessidades Tecnológicas em Relação à Energia ..... 109
2.3.2. Cooperação Internacional ..... 113
2.3.2.1. Fomento à produção de fontes renováveis de energia ..... 113
2.3.2.2. Modelagem climática e redes de pesquisa em impactos, vulnerabilidades e riscos às mudanças climáticas globais ..... 118
2.3.2.3. Agência Brasileira de Cooperação (ABC) ..... 119

**3 ARRANJOS INSTITUCIONAIS RELEVANTES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA CONVENÇÃO NO BRASIL ..... 123**

3.1. Marco Institucional para Implementação da Convenção no Brasil ..... 124
3.1.1. A Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima ..... 125
3.1.2. A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima ..... 127
3.1.3. O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) ..... 129
3.1.4. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental ..... 132
3.2. Arranjos Institucionais para Elaboração das Comunicações Nacionais em Bases Permanentes ..... 133
3.2.1. Dificuldades Financeiras, Técnicas e de Capacitação para a Execução da Comunicação Nacional ..... 134

**REFERÊNCIAS ..... 137**



# CAPÍTULO I

## CIRCUNSTÂNCIAS NACIONAIS

# CAPÍTULO I
# CIRCUNSTÂNCIAS NACIONAIS

## 1.1. CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

O Brasil está situado na América do Sul entre os paralelos de 5º16’20” de latitude norte e 33º45’03” de latitude sul e os meridianos de 34º47’30” e 73º59’32” oeste, tendo como centro geodésico as coordenadas 10º35’ de latitude sul e 52º40’ oeste. Banhado a leste pelo Oceano Atlântico, possui várias ilhas oceânicas, destacando-se as de Fernando de Noronha, Abrolhos e Trindade. Ao norte, a oeste e ao sul faz fronteiras com todos os países sul-americanos, excetuando-se o Chile e o Equador. O país é cortado pela Linha do Equador e Trópico de Capricórnio, com a maior parte de suas terras situadas nas latitudes mais baixas do globo, o que lhe confere características de país tropical.

Com uma área de 8.515.767,049 $km^2$, o Brasil é o país de maior extensão territorial da América do Sul e o quinto maior do mundo.

A República Federativa do Brasil é dividida em 26 estados, 5.570 municípios e o Distrito Federal, onde se situa a capital da República, Brasília, sede do governo e dos poderes executivo, legislativo e judiciário.

A vastidão do território brasileiro, tanto em latitude quanto em longitude, abriga um extraordinário mosaico de ecossistemas, contando com uma ampla diversidade climática e topográfica. Essas características determinaram ao longo da história as diversas formas de ocupação e de uso, pela sociedade, dos espaços moldados pela natureza tropical e subtropical do país, conformando, em linhas gerais, cinco grandes regiões geográficas e político-administrativas: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste (Figura 1.1).

**FIGURA 1.1**

*Divisão político-administrativa do Brasil*




*Fonte: IBGE[1]*

Segundo os resultados do Censo Demográfico 2010, a população do Brasil alcançou a marca de 190.755.799 habitantes na data de referência da pesquisa. A série de censos brasileiros mostrou que a população experimentou sucessivos aumentos em seu contingente, tendo crescido quase 20 vezes desde o primeiro recenseamento realizado no Brasil, em 1872.

Entre os dois últimos censos demográficos, ou seja, no período de 2000-2010, as maiores taxas de crescimento foram observadas nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde a componente migratória contribuiu significativamente para esse resultado.

Segundo dados do Censo Demográfico 2010, a região Sudeste é a mais populosa do país, com cerca de 42% do total de habitantes brasileiros. A região Nordeste ocupa a segunda colocação, com aproximadamente 28%, seguida pelas regiões Sul com 14%, Norte com 8% e Centro-Oeste, que abriga apenas cerca de 7% da população.

Recentemente, o acréscimo de quase 23 milhões de habitantes urbanos resultou no aumento do grau de urbanização brasileira, que passou de 81,2% em 2000, para 84,4% em 2010. Esse aumento foi causado pelo próprio crescimento vegetativo nas áreas urbanas, além das migrações com destino urbano. A Região Sudeste continua a ser a mais urbanizada do Brasil, apresentando um grau de urbanização de 92,9% (IBGE, 2011).

1 *Disponível em: http://7a12.ibge.gov.br/mapas-7a12/brasil*

A Figura 1.2 mostra a distribuição da população no território, podendo-se visualizar, no mapa, a densidade demográfica do Brasil.

**FIGURA 1.2**

*Densidade demográfica no Brasil*



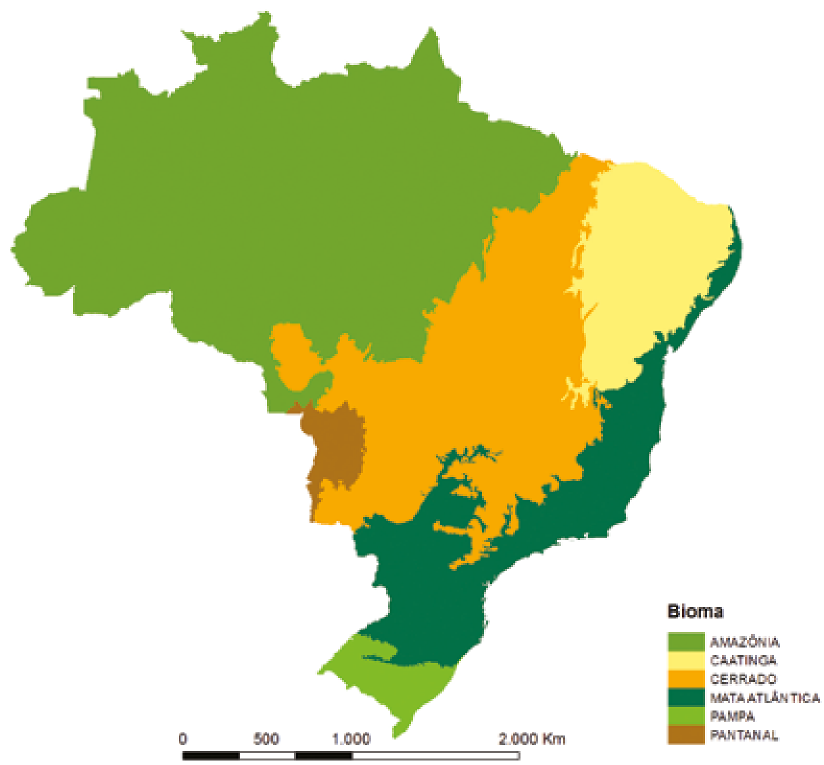

*Fonte: IBGE (2011)*

## 1.1.1. Vegetação e Recursos Florísticos

O território brasileiro é dividido em seis grandes biomas definidos de acordo com o tipo de vegetação predominante, o relevo e/ou as condições climáticas da região (Figura 1.3).

**FIGURA 1.3**

*Distribuição dos biomas brasileiros no território nacional*




*Fonte: IBGE (2004)*

Segundo o Mapa de Vegetação do Brasil (ver apêndice técnico do Volume III), as formações florestais ocupam a maior parte do território nacional, sendo constituídas pelas florestas ombrófilas e estacionais comuns principalmente na Amazônia e Mata Atlântica.

As formações savânicas são predominantes no Cerrado, mas ocorrem também em outras regiões do país, inclusive na Amazônia. As formações de savanas estépicas ocorrem principalmente na Caatinga nordestina. As formações estépicas correspondem principalmente aos campos do planalto e da campanha, do extremo sul do Brasil no bioma Pampa. Já as campinaranas ocorrem principalmente na Amazônia, na bacia do rio Negro.

Cabe salientar que esses biomas apresentam características peculiares, que agregam necessidades e preocupações específicas resultantes dos efeitos negativos das mudanças do clima. A seguir, os biomas serão apresentados de forma mais detalhada.

### 1.1.1.1. Amazônia

O bioma amazônico é composto por diversos ecossistemas, abrangendo uma área total de aproximadamente 7 milhões de km$^2$, dos quais mais de 60% encontram-se em território brasileiro. Estruturalmente é composto pela Cordilheira do Andes a oeste, pelo Escudo Brasileiro ao sul e pelo Escudo das Guianas ao norte e pela bacia de sedimentação ao centro, onde estão os grandes rios da região. Em território brasileiro, os ecossistemas amazônicos ocupam os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e parte dos estados do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso.

A Amazônia é reconhecida como a maior floresta tropical existente, o equivalente a 1/3 das reservas de florestas tropicais úmidas e o maior banco genético do planeta. É a floresta com a maior riqueza de espécies (MYERS et al., 2000) e grande quantidade de biomassa, tendo acumulado na biomassa de suas florestas o correspondente a 1,5 década de emissões de carbono antropogênico em escala global (NEPSTAD, STICKLER e ALMEIDA, 2006; SAATCHI et al., 2007).

A bacia do Rio Amazonas é a maior reserva de água doce do país. A região hidrográfica Amazônica detém 73,6% dos recursos hídricos superficiais nacionais. Ou seja, a vazão média dessa região é quase três vezes maior que a soma das vazões de todas as demais regiões hidrográficas brasileiras (BRASIL, 2006). A bacia do Rio Amazonas é considerada a maior bacia no mundo, sendo responsável por um sexto do total de água doce dos rios que é descarregada nos oceanos do mundo (JUNK, SOARES e BAYLEY, 2007).

A Amazônia apresenta clima tipicamente úmido e está exposta a altas temperaturas. Quanto à precipitação, existe grande variação no volume de chuvas e variação acentuada também na sazonalidade das precipitações nessa região (GRIMM, 2011). Por exemplo, algumas partes do sul e do oeste da Amazônia podem enfrentar períodos de até cinco meses com menos de 100 mm de chuva. A dinâmica climática da atmosfera na Amazônia está estabelecida de tal forma que essa região funciona como uma distribuidora de vapor d'água para a região sul do continente sul-americano (NOBRE et al., 2009).

O tipo de vegetação predominante na Amazônia é a Floresta Ombrófila Densa, vegetação típica de clima úmido (VELOSO, RANGEL-FILHO e LIMA, 1991). O segundo tipo de vegetação mais comum é a Floresta Ombrófila Aberta, sujeita a algum nível de déficit hídrico na estação seca. Outros três tipos de vegetações com representativa biodiversidade cobrem menores extensões. São elas: as Florestas Semidecíduas, que enfrentam secas mais prolongadas; as campinas e campinaranas, predominantes na bacia do Rio Negro, e as savanas relíticas, que ocupam pequenas áreas distribuídas por várias regiões da Amazônia.

Em nenhum lugar do mundo existem mais espécies de animais e de plantas do que na Amazônia, tanto em termos de espécies habitando a região como um todo, quanto coexistindo em um mesmo espaço. Entretanto, apesar de a Amazônia ser a região de maior biodiversidade do planeta, apenas uma fração dessa biodiversidade é conhecida.

Resultados de estudos no Brasil também têm demonstrado que um aumento de 3°C a 4°C da temperatura média na Amazônia em 2100 teria um impacto significativo sobre a floresta, que não é adaptada a temperaturas acima de 40°C. Estima-se que a vegetação natural seria substituída por uma outra vegetação semelhante a do Cerrado, que suporta temperaturas mais elevadas.

Para que seja possível a construção e promoção de uma política efetiva de mitigação e adaptação às mudanças climáticas na Amazônia, é importante conhecer a dupla dinâmica desse bioma como fonte e sumidouro de carbono, além de sua resposta frente às alterações do clima. Por todos os motivos aqui citados, essa região é especialmente sensível à mudança global do clima e é também potencialmente determinante para a própria mudança do clima.

Os instrumentos de conservação da natureza, presentes na Amazônia, são o manejo de ecossistemas, as unidades de conservação, o estudo e a preservação de espécies da fauna e flora. Particularmente em relação ao combate e prevenção ao desmatamento, o governo brasileiro emprega uma série de iniciativas integradas, que se consolidam no Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm). Ademais, alguns estados da Amazônia têm feito uso, com sucesso, de instrumentos econômicos tais como Pagamento por Serviços Ambientais, a exemplo da Bolsa Floresta. Essas iniciativas combinadas explicam parcela importante da queda recente do desmatamento histórico brasileiro.

Tais medidas de combate ao desmatamento e consequentemente de mitigação das emissões de gases de efeito estufa brasileiras serão detalhadas no Volume II desta Comunicação Nacional.

### 1.1.1.2. Mata Atlântica

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta tropical do continente sul-americano. O bioma da Mata Atlântica é um complexo e exuberante conjunto de ecossistemas de grande importância por abrigar uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil, reconhecida nacional e internacionalmente no meio científico. É também um dos biomas mais ameaçados do mundo, devido à ocupação humana prolongada e à destruição dos hábitats, nas suas variadas tipologias e ecossistemas associados. A perda de hábitat, fragmentação e degradação florestal atribuem a esse bioma a 5ª posição no ranking de *hotspots* de biodiversidade (MITTERMEIER et al., 2005).

A Mata Atlântica está distribuída ao longo da costa atlântica do país, que vai do Nordeste ao Sul do Brasil, atingindo áreas da Argentina e do Paraguai nas regiões Sudeste e Sul. Originalmente a Mata Atlântica abrangia 1.315.460 $km^2$ do território brasileiro. Seus limites originais contemplavam áreas em 17 estados (PI, CE, RN, PE, PB, SE, AL, BA, ES, MG, GO, RJ, MS, SP, PR, SC e RS), o que correspondia a aproximadamente 15% do Brasil. Atualmente, a região abriga a maioria das grandes cidades do país e contém apenas 12% de sua cobertura vegetal original e, mesmo assim, distribuída em pequenos fragmentos florestais (RIBEIRO et al., 2009).

Mesmo reduzida e muito fragmentada, estima-se que na Mata Atlântica existam cerca de 20.000 espécies vegetais (cerca de 35% das espécies existentes no Brasil). Essa riqueza é maior que a de alguns continentes e por isso a região da Mata Atlântica é altamente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial.

O clima predominante no bioma é o tropical úmido. A Floresta Atlântica Pluvial compreende, em maior parte, as baixas e médias elevações (1000 m). Na região de ocorrência dessas florestas, predominam temperaturas mensais médias de pelo menos 18°C e elevada precipitação (acima de 2000 mm anuais), a qual é bem distribuída ao longo do ano.

A vegetação da Mata Atlântica é extremamente heterogênea, sendo composta principalmente por dois grandes tipos: a Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica Pluvial (costa leste) e Floresta Estacional Semidecidual (localizada no interior do país). Adicionalmente também existem outros ambientes especiais, como formações pioneiras (áreas alagáveis ou várzeas), restingas, mangues, campos rupestres e de altitude, além da floresta ombrófila mista com araucária (SCARANO, 2002).

Atualmente, cerca de 70% da população brasileira, ou seja, 120 milhões de pessoas, responsáveis por 80% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, vivem em áreas urbanas e rurais com fragmentos de cobertura desse bioma.

A dinâmica da ocupação humana foi mais acentuada nas últimas três décadas, resultando em alterações severas para os ecossistemas pela alta fragmentação do hábitat e perda de sua biodiversidade.

Atualmente a cana-de-açúcar, a agropecuária e os plantios de eucalipto e de pinus ocupam espaço significativo no cenário da Mata Atlântica, formando paisagens compostas tanto por pequenas propriedades e vegetações esparsas (pequenas em tamanho, mal conectadas, com alto grau de isolamento e elevado efeito de borda) quanto por atividades extremamente extensivas (RIBEIRO NETO, MONTENEGRO e CIRILO, 2011).

Por conta da elevada perda de hábitat e fragmentação, a vegetação remanescente sofreu drástica modificação em relação à elevação, sendo esta mais concentrada nas altas altitudes e em relevos com declividade moderada. Apenas 7,6% da vegetação remanescente foi encontrada nas áreas mais planas, e áreas com maior declividade estão entre as mais preservadas, com 33% da cobertura original. Esse tipo de resultado favorece, em parte, fisionomias como campos rupestres e campos de altitudes (RIBEIRO NETO, MONTENEGRO e CIRILO, 2011).

A cobertura de áreas protegidas da Mata Atlântica avançou ao longo dos últimos anos, com a contribuição dos governos federal, estaduais e mais recentemente dos governos municipais e iniciativa privada. No entanto, a

maior parte dos remanescentes de vegetação nativa ainda permanece sem proteção. Assim, além do investimento na ampliação e consolidação de áreas protegidas, as estratégias para conservação da biodiversidade dessa região visam contemplar também formas inovadoras de incentivos para conservação e uso sustentável da biodiversidade, tais como a promoção da recuperação de áreas degradadas e do uso sustentável da vegetação nativa, bem como o incentivo ao pagamento pelos serviços ambientais prestados pela Mata Atlântica. Importantes instrumentos para conservação e recuperação da Mata Atlântica são a Lei nº 11.428/2006 e o Decreto nº 6.660/2008, que regulam a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.

A preservação do que resta da Mata Atlântica é uma das condições básicas para a manutenção dos regimes climáticos, ciclos hidrológicos e mitigação de efeitos de poluição do ar e das águas nessa região (RIBEIRO et al., 2009).

### 1.1.1.3. Pampa

Situado no extremo sul do Brasil e estendendo-se também pelo Uruguai e Argentina o Pampa ou campos sulinos é o único bioma brasileiro restrito apenas a uma Unidade da Federação, o estado do Rio Grande do Sul, onde ocupa 63% de sua área, correspondendo a aproximadamente 178.000 $km^2$ (CSR e IBAMA, 2010). Também nesse bioma, outros tipos conhecidos como campos do alto da serra são encontrados em áreas de transição com o domínio de araucárias. Em outras áreas encontram-se, ainda, campos de fisionomia semelhante à savana.

Os campos sulinos apresentam relevo plano e ondulado. O clima na região do Pampa é considerado como de transição entre o clima subtropical, ao norte, e o clima temperado, ao sul. A época mais chuvosa coincide com o verão, diminuindo no período de inverno, entre os meses de abril e setembro. No entanto, a estação seca não é pronunciada. Na Província Pampeana, a precipitação média anual varia de 1200 a 1600 mm/ano, com temperaturas médias anuais variando de 13ºC a 17ºC. A distribuição de chuvas é uniforme ao longo do ano, com alguma tendência de chuvas mais fortes no inverno. A média mensal no verão é de 120 mm enquanto que no inverno chega a 145 mm, com a quantidade de chuva anual total para a região ficando próxima de 1.400 mm/ano (GRIMM, 2009). Os dados disponíveis mostram que os campos sulinos guardam apreciáveis estoques de carbono em seus solos, processo favorecido pelas baixas temperaturas.

Em algumas regiões, predominam os campos de gramíneas, que formam a matriz principal do bioma, com duas formações de destaque: os campos limpos e campos sujos (VELOSO, RANGEL-FILHO e LIMA, 1991). À primeira vista, a vegetação campestre mostra uma aparente uniformidade, todavia, há também a presença de outras vegetações, formando mosaicos de vegetação campestre e fragmentos isolados de florestas (capões), matas ciliares, de encosta e de pau-ferro, formações arbustivas, butiazais, banhados e afloramentos rochosos. As florestas associadas são de diferentes tamanhos e áreas e contêm elementos de florestas decíduas, semidecíduas, ou de florestas úmidas com a ocorrência da espécie arbórea conhecida comumente por araucária (OVERBECK et al., 2007). Sua mata aluvial apresenta inúmeras espécies arbóreas de interesse comercial.

Por ser um conjunto de ecossistemas muito antigos, os Campos Sulinos apresentam flora e fauna próprias e grande biodiversidade, ainda não completamente descrita pela ciência.

A pecuária extensiva e contínua, de corte, transformou-se na mais importante e tradicional forma de uso da terra na região e dominou a economia nas etapas subsequentes de desenvolvimento (OVERBECK et al., 2007).

Atualmente ocorreu a intensificação das atividades agropecuárias na região, levando a transformações e substituição da vegetação natural por espécies vegetais exóticas, lavouras temporárias, como o arroz, soja, milho e trigo, bem como de espécies arbóreas, com o advento da silvicultura (SUERTEGARAY e SILVA, 2009). A ovinocultura é outra atividade presente na região. Dessa forma, 58,68% da região dos Campos Sulinos está ocupada por algum tipo de atividade antrópica, majoritariamente por atividades rurais.

A progressiva introdução e expansão das monoculturas e das pastagens com espécies exóticas e cujo manejo envolve o uso do fogo, têm levado a uma rápida degradação e descaracterização das paisagens naturais dos Campos Sulinos. No alto rio Uruguai e no planalto médio, a expansão da soja e também do trigo levou ao desaparecimento dos campos e à derrubada das matas. Atualmente, essas duas culturas ocupam praticamente toda a área, provocando gradativa diminuição da fertilidade dos solos. Disso também resultam a erosão, a compactação e a perda de matéria orgânica. Estimativas de perda de hábitat dão conta de que em 2008 restavam cerca de 36% da vegetação nativa desse bioma (CSR/IBAMA, 2010).

O Pampa é uma das áreas de campos temperados mais importantes do planeta. Além do seu patrimônio natural já descrito, faz-se presente um patrimônio cultural associado à biodiversidade da região. Apesar disso, em comparação com os demais biomas brasileiros, ele é o que possui menor representatividade no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC)[2].

### 1.1.1.4. Pantanal

O Pantanal é uma região baixa, com relevo plano, localizada no centro da bacia, onde os rios inundam a planície e alimentam um intrincado sistema de drenagem que inclui extensos lagos, cursos d’água divergentes e áreas de escoamento e inundação sazonal. A Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1991, definiu o Pantanal mato-grossense como “a maior planície de inundação contínua do planeta”. Ele é também a maior zona úmida continental do mundo. Pela sua importância, em termos de riqueza natural e biodiversidade, foi decretado Patrimônio Nacional pela Constituição de 1988 e Patrimônio da Humanidade e Reserva da Biosfera, pelas Nações Unidas, em 2000.

Sua localização geográfica é de particular relevância, uma vez que representa a ligação entre o Cerrado, no Brasil Central, o Chaco, na Bolívia, e a região Amazônica, ao Norte. O Pantanal é a fisionomia de planície que compõe junto ao Planalto e ao Chaco a Bacia do Alto Paraguai, a segunda maior bacia da América do Sul, superada apenas pela Bacia do Amazonas. Da sua área de aproximadamente 151.313 km², 65% dela encontra-se no estado do Mato Grosso do Sul e os 35% restantes no estado do Mato Grosso, ambos pertencentes à região Centro-Oeste do país. A população da Bacia do Alto Paraguai é de aproximadamente 2,5 milhões de pessoas (ANA, 2012; IBGE, 2011) – desta, 70% vivem em zonas urbanas.

O Pantanal tem clima tipicamente úmido (INMET, 1992), cuja principal característica é a acentuada alteração na coluna da água, ocorrendo, ao longo do ano, a inundação das planícies (outubro a março) alternadamente com a deficiência de água (abril a setembro), em que usualmente a evapotranspiração é maior que a precipitação. Assim, o Pantanal funciona como um grande reservatório, provocando uma defasagem de até cinco meses entre as vazões de entrada e saída de água. As temperaturas no Pantanal estão entre os extremos encontrados no Brasil.

2 *Este tema será mais detalhado no subitem 1.1.1.1 do Volume II desta Comunicação.*

A inundação é o fenômeno ecológico mais importante do Pantanal e o pulso é considerado força motriz do ecossistema inundação (JUNK e CUNHA, 2005). Os ambientes periodicamente inundados apresentam alta produtividade biológica, grande densidade e diversidade de fauna.

Em suma, a heterogeneidade do Pantanal determina a existência de diversos pantanais, que possuem características próprias, com diversidade ecológica e florística (CORSINI e GUARIM NETO, 2000). Nele estão presentes diversos sistemas aquáticos e semiaquáticos, interdependentes em maior ou menor grau.

No Pantanal, as principais atividades econômicas são a agricultura, a pecuária, a indústria agroalimentar (abate, embutidos etc.), o turismo e a piscicultura. Nas proximidades da cidade de Corumbá encontram-se também polos de mineração de manganês e ferro e siderurgia (WANTZEN et al., 2008; LIMA, 2008). Várias carvoarias operam também nesse bioma, onde também se encontra a silvicultura de eucalipto.

O processo de expansão da fronteira agrícola, ocorrido principalmente após 1970, foi a causa fundamental do crescimento demográfico do Centro-Oeste brasileiro. A região da planície pantaneira, com sua estrutura fundiária de grandes propriedades voltadas para a pecuária em suas áreas alagadiças, não se incorporou ao processo de crescimento populacional. Não houve aumento significativo em número ou população das cidades pantaneiras. No planalto, contudo, o padrão de crescimento urbano foi acelerado.

Em 2008, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) firmaram acordo de cooperação para a realização do Programa de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite; com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Dessa forma, a cobertura vegetal dos biomas Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal passaram a ser monitoradas. Depois, organizações não governamentais, com a ajuda da Embrapa, monitoraram entre os anos de 2002 e 2008, a Bacia do Alto do Paraguai. Identificou-se que o planalto sofre um impacto maior em relação à planície, decorrente das atividades de agricultura e pecuária.

Quanto à gestão ambiental, o ordenamento territorial no Pantanal tem sido realizado por meio de um Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Tal ação de governança contribui para um melhor manejo dos solos e pastagens, como forma de se mitigar a degradação ambiental. Destaca-se ainda a criação de marco regulatório (Lei nº 9.878/2013) pelo Mato Grosso, que cria Sistema Estadual de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, Conservação, Manejo Florestal Sustentável (REDD+). Ademais, no Mato Grosso e também no Mato Grosso do Sul foi criado o instrumento do ICMS Ecológico, que corresponde a um repasse obrigatório de parte dos valores arrecadados pelo Estado a título de Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) voltado a financiar atividades de preservação ambiental por parte dos municípios. Essas ações serão descritas no Volume II desta Comunicação.

#### 1.1.1.5. Cerrado

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul. Nesse espaço territorial encontram-se as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade.

A composição da vegetação do Cerrado é determinada pela sazonalidade das chuvas, pelas diferenças na altitude, pela baixa fertilidade do solo e elevada frequência de queimadas naturais (CASTRO, 1994; RATTER et al., 2003; RIBEIRO e WALTER, 1998). O resultado é uma paisagem complexa, composta por um mosaico de vegetação, que se distribui em campos de gramíneas até formações florestais, havendo tipos intermediários de vegetação, como florestas estacionais em solos mais férteis e matas de galeria/ciliares ao longo dos rios. As vegetações mais graminosas e abertas são os campos limpos e campos sujos, tornando-se a presença de arbustos e árvores mais frequentes no cerrado *sensu stricto* e no cerradão (RIBEIRO e WALTER, 1998).

Entre as savanas tropicais, o Cerrado destaca-se pela sua grande diversidade de plantas, com cerca de 12.000 espécies de angiospermas (MENDONÇA et al., 2008). A típica vegetação que ocorre no Cerrado possui seus troncos tortuosos, de baixo porte, ramos retorcidos, cascas espessas e folhas grossas. Os estudos efetuados consideram que a vegetação nativa do Cerrado não apresenta essa característica pela falta de água – pois ali encontra-se uma grande e densa rede hídrica – mas sim devido a fatores edáficos, como o desequilíbrio no teor de micronutrientes, a exemplo do alumínio. Os principais tipos de solo do Cerrado são os Oxisols e os Entisols (REATTO et al., 1998), considerados solos geralmente ácidos, com alta concentração de alumínio e baixa concentração de nutrientes.

As condições climáticas são variáveis-chave na distribuição e estrutura espacial do Cerrado (DINIZ-FILHO et al., 2008). A média anual de temperatura encontra-se entre 20ºC e 26ºC, mas existe grande variação na temperatura devido às diferenças em altitude (EITEN, 1972). O Cerrado apresenta marcante sazonalidade climática, com precipitação média anual que varia de 800 a 1.800 mm conforme a região, sendo que 90% da precipitação ocorre na estação chuvosa entre outubro e abril. Esse efeito sazonal das chuvas é compensado pela extensa e irrigada malha hidrográfica do Cerrado.

O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade, com a presença de diversos ecossistemas e flora e fauna riquíssimas. Ele abriga 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas, cerca de 199 de mamíferos, 837 de aves, 1.200 de peixes, 180 de répteis e 180 de anfíbios. O Cerrado é também refúgio de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins dos trópicos. Contudo, inúmeras espécies de plantas e animais correm risco de extinção. Estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas já não ocorram em áreas protegidas e que pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção. Depois da Mata Atlântica, o Cerrado é o bioma brasileiro que mais passou por alterações com a ocupação humana.

Até a década de 1950, os Cerrados mantiveram-se quase inalterados. A partir da década de 1960, com a interiorização da capital do país e a abertura de uma nova rede rodoviária, largos ecossistemas deram lugar à pecuária e à agricultura extensiva. Desde a década de 1970 a ocupação dessa região se apoia, sobretudo, na implantação de novas infraestruturas viárias e energéticas e na política de expansão agropecuária (PIRES, 2000), motivada pela presença de terras mais baratas e com topografia adequada à mecanização, permitindo atividades agrárias rentáveis. Em um curto espaço de tempo, aproximadamente 50% da área original do bioma foi transformada em uma paisagem composta por pastagens cultivadas (maior parte) e *commodities* agrícolas (BRASIL, 2009; 2010b). Existe uma perda significativa da cobertura vegetal nativa ao longo da margem dos rios (LATRUBESSE, STEVAUX e SINHA, 2005), com significativas mudanças nos sistemas hidrológicos, geomorfológicos e bioquímicos (NEILL et al., 2006; COE, 2011).

Como consequência verifica-se altas taxas de desmatamento na região. A topografia do Cerrado, variando entre plana e suavemente ondulada, favoreceu a agricultura mecanizada e a irrigação.

Além dos aspectos ambientais, o Cerrado tem grande importância social. Muitas populações sobrevivem de seus recursos naturais, incluindo etnias indígenas, geraizeiros, ribeirinhos, babaçueiras, vazanteiros e comunidades quilombolas que, juntas, fazem parte do patrimônio histórico e cultural brasileiro, e detêm conhecimento tradicional de sua biodiversidade. Mais de 220 espécies têm uso medicinal e mais 416 podem ser usadas na recuperação de solos degradados.

Assim como o Bioma Amazônia, o Cerrado também possui uma série de iniciativas para prevenção e combate ao desmatamento, que se consolidam no Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (PPCerrado); componente do conjunto de planos setoriais de mitigação às mudanças climáticas, da Política Nacional sobre Mudança do Clima, que serão tratados neste documento. Outros planos setoriais, como o Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) e o Plano Setorial de Redução das Emissões da Siderurgia têm ampla complementaridade e integração com o PPCerrado, uma vez que é sobre esse bioma que se inserem algumas atividades econômicas desses setores.

### 1.1.1.6. Caatinga

O bioma Caatinga é o principal ecossistema existente na região Nordeste, estendendo-se pelo domínio de climas semiáridos e ocupando 10 estados distribuídos em uma área total de 844.453 $km^2$, o equivalente a 11% do território nacional. É um bioma único, pois, apesar de estar localizado em área de clima semiárido, apresenta grande variedade de paisagens relativa a riqueza biológica e endemismo. A ocorrência de secas estacionais e periódicas estabelece regimes intermitentes aos rios e deixa a vegetação sem folhas. A folhagem das plantas volta a brotar e fica verde nos curtos períodos de chuvas.

A Caatinga é dominada por tipos de vegetação com características xerofíticas – formações vegetais secas, que compõem uma paisagem cálida e espinhosa – com estratos compostos por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio (3 a 7 metros de altura), caducifólias, com grande quantidade de plantas espinhosas, entremeadas de outras espécies, como as cactáceas e as bromeliáceas.

O clima predominante na Caatinga é o Tropical semiárido. As temperaturas médias anuais são elevadas, variando de 23ºC a 27ºC, mas pode chegar até 40°C no verão, com umidade relativa geralmente menor que 50%. Os regimes de chuva são marcados pela disponibilidade limitada de água e pela variabilidade espacial e temporal (REDDY, 1983). As chuvas estão concentradas na chamada "estação chuvosa", com duração de 3 a 4 meses e com distribuição irregular. Em algumas regiões, 20% da precipitação anual ocorrem em um único dia e 60% em um único mês (SAMPAIO, 1995).

Mais de 80% da área da Caatinga têm algum tipo de limitação em termos pedológicos, merecendo destaque a baixa fertilidade e a baixa profundidade, a drenagem dificultada e concentrações excessivas de sódio trocável (SILVA, 2000). A condição de solo raso (litólico), com elevada acidez e baixa capacidade de retenção hídrica na estação seca, atua como fatores edáficos seletivos para ocorrência de espécies. Tal formação geológica limita a

capacidade de infiltração da água no solo, propiciando maior escoamento superficial, que por sua vez dificulta o armazenamento de água subterrânea.

O relevo da região da Caatinga constitui-se de um importante fator para a compreensão do clima semiárido de seu interior (SUASSUNA, 2009). As serras e planaltos formam grandes barreiras geológicas para a ação do vento e de outros fatores, impedindo as chuvas nas regiões mais altas do lado oriental e setentrional das serras e planaltos. A partir desses condicionantes meteorológicos e geomorfológicos, a precipitação média anual varia de 250 a 600 mm.

A sazonalidade climática expressa-se claramente na estrutura e no funcionamento da Caatinga, que apresenta diferentes fases fenológicas (ou seja, fases de crescimento, floração, antese e fenecimento). As espécies observadas nessas condições respondem às características físicas e socioambientais do meio com adaptações fisiológicas e morfológicas que as capacitam para resistirem à deficiência hídrica estacional como armazenamento de água em partes da planta, caducifólia ou folhas de tamanho reduzido, órgãos para absorção da umidade atmosférica ou de chuvas, entre outras. Até o momento, estima-se que a vegetação da Caatinga é composta por cerca de 930 espécies, sendo 380 endêmicas, resultando em 12 tipos diferentes de Caatingas, que chamam atenção especial pelos exemplos de adaptações aos ambientes semiáridos.

A maior parte da população local sobrevive à custa de uma agricultura incipiente, de um extrativismo vegetal pobre e de uma pecuária irrisória. Existe a pecuária bovina e a pecuária caprina, sendo esta mais importante que a primeira. Ovinos deslanados também são criados como alternativa. A irregularidade climática é um dos fatores que mais interfere a população. Mesmo quando chove, o solo raso e pedregoso não consegue armazenar a água que cai e a temperatura elevada provoca intensa evaporação. Por isso, somente em algumas áreas próximas às serras, em que a abundância de chuvas é maior, a agricultura torna-se possível.

Essa é uma região que merece atenção especial das políticas públicas de adaptação porque congrega vulnerabilidade climática com vulnerabilidade social. Atualmente as condições climáticas deste bioma já são marcadas pela adversidade climática e as projeções futuras são de aumento da temperatura e do estresse hídrico, decorrente de menores níveis de precipitação, com consequências para a agricultura e a segurança alimentar e nutricional da população do campo. Na Caatinga, é expressiva a quantidade da população rural, de baixa qualificação e com elevados índices de pobreza. As mudanças climáticas futuras poderão intensificar ainda mais o êxodo rural característico da região. O bioma caatinga é considerado uma das maiores áreas do mundo suscetível ao processo de desertificação (BRASIL, 2004b).

As práticas agrícolas de desmatamento e queima da cobertura vegetal que ocorrem neste bioma, além de retirar os nutrientes do solo, deixam expostos aos agentes erosivos, principalmente os hídricos e eólicos. Os principais fatores antrópicos que afetam a dinâmica de fragmentação da Caatinga são: grandes latifúndios, prospecção e exploração de lençóis d’água subterrâneos e de combustíveis fósseis (petróleo e gás natural), formação de pastagens, irrigação e drenagem, siderúrgicas, olarias e outras indústrias. Esses fatores provocam, além da perda de diversidade biológica, perdas profundas nos ganhos de carbono, acarretando redução da qualidade do solo (ARAÚJO, RODAL e BARBOSA, 2005).

Assim, os ecossistemas do bioma Caatinga encontram-se bastante alterados, com a substituição de espécies vegetais nativas por cultivos e pastagens. Aproximadamente 80% dos ecossistemas originais já foram antropizados. Outro problema ambiental característico da Caatinga é o consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e insustentável para fins domésticos e industriais (polos de produção de gesso, cal, cerâmica e ferro-gusa). A fim de combater e prever o desmatamento na região foi criado Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Caatinga, com o objetivo de não só reduzir a taxa de desmatamento, mas, simultaneamente, promover um novo modelo de desenvolvimento sustentável nesse bioma. Este tema será detalhado no Volume II desta Comunicação.

### 1.1.1.7. Ecossistemas Costeiros

Além dos biomas descritos, o país possui uma Zona Costeira que se estende por mais de 8.500 km voltados para o Oceano Atlântico, desde a foz do rio Oiapoque (04°52'45''N) à foz do rio Chuí (33°45'10"S) e dos limites dos municípios da faixa costeira, a oeste, até as 200 milhas náuticas, incluindo as áreas em torno do Atol das Rocas, dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo e das ilhas de Trindade e Martin Vaz, situadas além do citado limite marítimo. Portanto, ela é condicionada pela relativa interação entre ondas, marés e aporte sedimentar que variam de norte a sul do país, sendo composta por águas frias no litoral sul e sudeste, e águas quentes, no norte e nordeste (BRASIL, 2010a).

A largura da plataforma continental brasileira varia de 8 a 370 quilômetros, com profundidades entre 11 e 4 mil metros. Dada a sua extensão, uma das maiores do mundo, a zona costeira e marinha brasileira abrange ambientes climáticos variados (úmido equatorial, tropical, semiárido e subtropical) e diversificada formação geológica, sendo alimentada por bacias hidrográficas e rios de dimensões e características geográficas diversas, tais como a bacia do rio Amazonas, os rios intermitentes na Região Nordeste, os rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha e Paraíba do Sul, as bacias do Atlântico limitadas pela Serra do Mar e a bacia da Lagoa dos Patos.

A Zona Costeira constitui uma parcela privilegiada do território brasileiro quanto aos recursos naturais, econômicos e humanos. Todavia, trata-se de uma área onde vive aproximadamente um quarto da população do Brasil, resultando numa densidade demográfica cujo índice é cinco vezes superior à média do território nacional. É nessa região que também se concentram 13 das 27 capitais brasileiras, algumas das quais regiões metropolitanas onde vivem milhões de pessoas (BRASIL, 2010a). Tais características são indicadores do alto grau de pressão antrópica a que seus recursos naturais estão submetidos.

A Zona Costeira brasileira registra expressiva sobreposição territorial com os biomas Amazônia e Mata Atlântica, bem como, em menor escala, com a Caatinga, Cerrado e Pampa, o que a caracteriza não como uma unidade ecológica, mas como um complexo de ecossistemas contíguos formadores de ambientes de alta complexidade ecológica e de extrema relevância para a sustentação da vida no mar.

Mudanças climáticas que ocorram tanto no continente quanto no Oceano Atlântico (ciclones extratropicais na porção Sul, a Zona de Convergência Intertropical, tempestades tropicais e ciclones extratropicais no Hemisfério Norte) poderão ocasionar consequências importantes sobre a região costeira. Os efeitos das mudanças climáticas

sobre a Zona Costeira são bem mais amplos do que aqueles causados pela elevação termo-eustática do nível do mar. Isso porque a zona costeira é responsável por ampla gama de funções ecológicas, tais como: a prevenção de inundações, da intrusão salina e da erosão costeira; a proteção contra tempestades; a reciclagem de nutrientes e de substâncias poluidoras; a provisão direta ou indireta de habitats e de recursos para uma variedade de espécies, muitas delas relevantes para a segurança alimentar de comunidades dependentes dos recursos pesqueiros. Em geral, os ecossistemas costeiros e marinhos, como recifes de coral e manguezais, são considerados especialmente vulneráveis às mudanças climáticas por sua fragilidade e limitada capacidade de adaptação, de forma que os danos a eles causados podem ser irreversíveis (ver item 1.3.1).

Informações sobre impactos e vulnerabilidades da zona costeira brasileira às mudanças climáticas são ainda escassas no país. As poucas informações disponíveis referem-se a alguns estudos locais e tratam basicamente dos efeitos de uma possível elevação do nível médio do mar sobre tais sistemas. O Brasil não dispõe de séries históricas de dados detalhados sobre impactos e vulnerabilidades desse ecossistema, e esse é o maior impeditivo de análises mais aprimoradas e consistentes sobre o tema. Também não existem estudos multiníveis sobre a vulnerabilidade das Zonas Costeiras. A Rede Brasileira de Mudanças Climáticas (Rede CLIMA) e o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT) são órgãos que têm trabalhado no preenchimento dessas lacunas científicas, conforme será detalhado mais adiante no Volume II desta Terceira Comunicação Nacional.

Em termos de evolução da produção de conhecimento a subsidiar as políticas públicas, a Primeira Avaliação das Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na Zona Costeira e Marinha foi realizada em 1999, com recursos do Probio[3] e executada por um conjunto de instituições governamentais e não governamentais. Os resultados das oficinas que deram origem a essa primeira avaliação foram reunidos no documento "Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha", publicados em 2002 pelo Ministério do Meio Ambiente. Apesar das limitações enfrentadas, esse documento representou, à época, a mais completa síntese técnico-científica sobre a situação dos ecossistemas costeiros e marinhos em âmbito nacional, reunindo um conjunto de dados, informações e análises antes dispersos ou que traduziam recortes apenas regionais. Mais tarde, em 2006, foi realizado processo de atualização das áreas prioritárias e da definição de ações para a Zona Costeira e Marinha, que pode ser encontrada na nova publicação do Ministério do Meio Ambiente, intitulada *"Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil"*. Essa atualização significou a oportunidade de realizar uma análise mais detalhada, na escala dos diversos ecossistemas que compõem a Zona Costeira e Marinha, sobre a atual situação da sua representatividade ecológica, considerando as categorias de áreas protegidas do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2010a).

A Resolução nº 3/2006, do Conselho Nacional de Biodiversidade (Conabio), estabelece a conservação efetiva de pelo menos 10% da Zona Costeira e Marinha, por meio de unidades de conservação e, de pelo menos 10% da zona marinha, por meio de unidades de conservação de proteção integral e/ou de áreas de exclusão de pesca, temporárias ou permanentes, integradas às unidades de conservação, visando à proteção dos estoques pesqueiros. No que se refere ao uso sustentável dos componentes da biodiversidade marinha, a resolução fixa como objetivo a recuperação de no mínimo 30% dos principais estoques pesqueiros, por meio da gestão participativa e do controle de capturas.

O diagnóstico de 2006 destacou a necessidade de criação de Unidades de Conservação em 145 áreas, representando 34,4% da área total da zona costeira brasileira. Atualmente, o Ministério do Meio Ambiente

*3 Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio).*

realiza nova atualização das áreas prioritárias da Zona Costeira e Marinha do Brasil, que orienta suas ações para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.

Com relação aos estoques pesqueiros, em 2009 foi criado o Ministério da Pesca e Aquicultura do Brasil, que por meio de sistema de monitoramento e controle, como o Registro Geral da Pesca (RGP), visa contribuir para a gestão e o desenvolvimento sustentável da atividade pesqueira, no lugar de padrão ultrapassado de pesca predatória.

Com relação aos corais, o Brasil possui os únicos recifes coralíneos do Atlântico Sul. Das mais de 350 espécies de corais recifais existentes no mundo, pelo menos 20 espécies foram registradas para o Brasil, sendo que oito são endêmicas. Com apoio financeiro do Ministério do Meio Ambiente, foi criado, em 2002, programa de monitoramento dos recifes de coral. Esse programa é coordenado pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e executado pelo Instituto Recifes Costeiros. A partir de 2011, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), órgão vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, iniciou esforços para continuidade e internalização do programa nas Unidades de Conservação federais.

Além da integração da conservação da zona costeira e marinha brasileira ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação, como forma de conservar a biodiversidade dos ecossistemas costeiros, destacam-se também no Brasil as iniciativas: Projeto Corredores Ecológicos, Colegiado Mar da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e o financiamento de pesquisas de terceiros, ou por meio dos centros nacionais de pesquisa e conservação do ICMBio e do Ibama, realizado pelo Ministério do Meio Ambiente.

Em 2008, o Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) criou o Colegiado Mar, com o intuito de formular diretrizes para a implementação da porção marinha incorporada à RBMA, bem como a criação de uma ou mais reservas da biosfera marinhas que possibilitem a conservação de paisagens costeiras e marinhas. O Colegiado Mar é composto por participantes de redes de ONGs costeiras marinhas, da Rede de ONGs da Mata Atlântica, do setor empresarial, moradores, usuários e comunidade científica. A saber, a RBMA abrange cerca de 5 mil dos 8 mil quilômetros da costa brasileira, avançando mar adentro e englobando diversas ilhas oceânicas, como Fernando de Noronha, Abrolhos e Trindade.

## 1.1.2. Fauna

A fauna tem papel na manutenção do meio ambiente saudável permitindo a prestação dos serviços necessários à manutenção da vida humana, tais como alimento, polinização e dispersão de plantas, manutenção do equilíbrio de populações, e controle de pragas. O Brasil é um dos países mais ricos em número de espécies animais, possuindo cerca de 13% de todas as espécies de anfíbios descritos no mundo (SILVANO e SEGALLA, 2005); 10% de todos os mamíferos (COSTA et al., 2005); 17,8% de todas as borboletas (BROWN e FREITAS, 1999) e 21% de todos os peixes de águas continentais do planeta (AGOSTINHO et al., 2005). Dos 624 *taxa*[4] de primatas existentes no mundo, 133 espécies e subespécies vivem em território brasileiro, representando 21% de todos os *taxa* que ocorrem no planeta (CHIARELLO et al., 2008). Ademais, o Brasil é o quarto colocado

4 *Taxon, com plural em latim* taxa*, é uma unidade taxonômica, essencialmente ligada a um sistema de classificação.* Taxa *podem estar em qualquer nível de um sistema de classificação, assim, uma ordem é um* taxon*; um gênero, como também uma espécie, é um* táxon*, ou qualquer outra unidade de classificação dos seres vivos.*

em relação ao número total de répteis, ficando atrás apenas da Austrália, do México e da Índia (MARTINS e MOLINA, 2008).

Segundo a compilação disponível sobre o número de espécies da fauna brasileira – "Livro Vermelho das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção" (MACHADO et al., 2008), existem no Brasil, dentro do universo das espécies conhecidas pela ciência, 652 espécies de mamíferos, 800 de anfíbios, 1.800 de aves, 641 de répteis, 2.300 de peixes de água doce, 1.298 de peixes marinhos e mais de 100.000 espécies de invertebrados terrestres, dos quais os insetos representam grande parte desse total dos invertebrados. Todavia, o conhecimento sobre a diversidade da fauna brasileira é ainda incompleto. Estima-se que se conheça menos de 10% do total existente.

Em dezembro de 2014, o Ministério do Meio Ambiente apresentou as novas Listas Nacionais de Espécies Ameaçadas de Extinção[5]. Foram divulgadas a Lista de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, produzida pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, e a Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, elaborada pelo ICMBio, cujo presidente, Roberto Vizentin, destacou as parcerias do estudo: 1.383 especialistas da comunidade científica de mais de 200 instituições envolvidos no processo de elaboração da lista, que proverá a sociedade de melhores condições de proteção da fauna.

Dentre os dados apresentados, destacam-se as 170 espécies da fauna que saíram da lista de animais ameaçados de extinção, a exemplo da baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e da arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), que tiveram suas populações recuperadas. De acordo com as pesquisas, alguns fatores contribuíram para esse quadro: espécies extintas reencontradas, ampliação do conhecimento sobre as espécies e aumento populacional ou de proteção do habitat.

Conduzido pela Coordenação Geral de Manejo para Conservação do ICMBio, o mapeamento da fauna brasileira é resultado de um processo contínuo de trabalho, iniciado em 2009. Tendo como base a metodologia adotada pela União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), foram realizadas 73 oficinas de avaliação, seguidas da edição das informações coletadas e da etapa de validação dos métodos aplicados. A nova Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção se destaca pela abrangência do estudo: 12.256 espécies (incluindo peixes e invertebrados aquáticos) foram analisadas nos últimos cinco anos.

A metodologia utilizada anteriormente definia como objeto de estudo somente as espécies já consideradas potencialmente em risco de extinção. Agora, as espécies avaliadas compõem um rico banco de dados, com informações sobre distribuição geográfica, ecologia e habitat, dados populacionais e presença em Unidades de Conservação (UCs).

### 1.1.3. Recursos Hídricos

No Brasil, os recursos hídricos disponíveis são abundantes e distribuídos de forma heterogênea no território. Dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, muitos de seus rios destacam-se por sua extensão, largura ou profundidade. São oito as grandes bacias hidrográficas do território brasileiro: a do rio Amazonas, a do rio Tocantins, a do Atlântico Sul – trechos norte e nordeste, a do rio São Francisco, a do Atlântico Sul – trecho leste, a do rio

5 *Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/comunicacao/noticias/4-destaques/6658-mma-e-icmbio-divulga-novas-listas-de-especies-ameacadas-de-extincao.html*

Paraná, a do rio Uruguai e a do Atlântico Sul – trecho sudeste (Figura 1.4). Em decorrência da natureza do relevo, predominam os rios de planalto, que apresentam em seus leitos rupturas de declive, vales encaixados, entre outras características, que lhes conferem um alto potencial para a geração de energia elétrica. As mesmas características, contudo, prejudicam a navegabilidade. Entre os grandes rios nacionais, apenas o Amazonas e o Paraguai são predominantemente de planície e largamente utilizados para a navegação. Os principais rios de planalto são o São Francisco e o Paraná.

**FIGURA 1.4**
*Bacias hidrográficas do Brasil*




*Fonte: Aneel*[6]

A vazão média anual dos rios brasileiros é de 179 mil $m^3/s$, o que corresponde a aproximadamente 12% da disponibilidade hídrica superficial mundial (PBMC, 2013). O Brasil também possui 3.607 $m^3$ de volume máximo armazenado em reservatórios artificiais por habitante. Esse valor é superior ao volume armazenado por vários continentes individualmente (ANA, 2013).

Os recursos hídricos são de extrema relevância para o país, uma vez que a maior parte de sua matriz elétrica é baseada no aproveitamento hidráulico (mais detalhes ver item 1.3 do Volume II desta Comunicação). O potencial hidrelétrico brasileiro é estimado em cerca de 245 GW, dos quais 38,8% estão localizados na Bacia Hidrográfica do Amazonas. Para efeito de comparação, a Bacia do Paraná responde por 25,6%, a do Tocantins por 10,8% e a do São Francisco por 9,2% do potencial hidrelétrico do país (ELETROBRAS, 2013).

6 *Disponível em: http://www.aneel.gov.br/area.cfm?id_area=104*

No ano de 2013, as Bacias do Paraná, do Uruguai, do São Francisco, do Atlântico, nos seus trechos leste e sudeste, foram responsáveis pelo fornecimento de energia hidrelétrica às áreas de maior concentração demográfica e industrial do país. Entre elas, destaca-se a Bacia do Paraná, não só em função do seu potencial, como também devido ao maior percentual em operação/construção.

Em termos de esgotamento dos potenciais, verifica-se que as bacias mais saturadas são a do Paraná, a do Uruguai, a do Tocantins e a do São Francisco, com índices de aproveitamento (razão entre potencial aproveitado e potencial existente) de 69,0%, 55,0%, 50,0% e 47,0%, respectivamente. As menores taxas de aproveitamento são verificadas nas bacias do Amazonas e Atlântico – trecho Norte/Nordeste.

Os baixos índices de aproveitamento da Bacia do rio Amazonas devem-se ao relevo predominante da região (planícies), à sua grande diversidade biológica e à distância dos principais centros consumidores de energia. Já na região centro-sul do país, o desenvolvimento econômico muito mais acelerado e o relevo predominante (planaltos) levaram a um maior aproveitamento dos seus potenciais hidráulicos. No entanto, o processo de interiorização do país e o próprio esgotamento dos melhores potenciais das regiões Sul e Sudeste têm requerido um maior aproveitamento hidráulico nas regiões mais remotas e economicamente menos desenvolvidas.

Na região Nordeste do Brasil, a distribuição irregular das chuvas, aliada à possibilidade de grande intervalo de tempo entre elas, determina o caráter intermitente de muitos rios. Em virtude dessa especificidade climática, açudes são utilizados para estocar e distribuir a água, tanto para consumo doméstico quanto para o desenvolvimento da agricultura irrigada. Na parte semiárida do Nordeste, temperaturas elevadas durante todo o ano, baixas amplitudes térmicas (entre 2ºC e 3ºC), forte insolação e altas taxas de evapotranspiração associadas, condicionam um cenário no qual os índices de evapotranspiração normalmente superam os totais pluviométricos, configurando taxas negativas no balanço hídrico. Por essa razão, essa é uma região do país que requer atenção especial. No caso dos açudes, o acompanhamento da situação dos reservatórios do Nordeste é realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) em articulação com os Estados e os órgãos responsáveis pela operação dos mesmos, com acompanhamento mensal dos volumes (ANA, 2013).

## 1.2. CLIMA DO BRASIL

O Brasil é um país que possui clima equatorial, tropical e subtropical. Essa diversidade climática é decorrente não só de sua localização geográfica, mas também às variações de relevo, que propiciam diferentes características aos macrossistemas atmosféricos. No norte do país, especialmente a região que engloba a Floresta Amazônica, o clima equatorial é predominante, e caracterizado por chuvas frequentes e calor intenso. As regiões de clima tropical apresentam temperaturas altas, porém com chuvas menos regulares. Já o sul do Brasil tem predominância do clima subtropical, com possibilidade de atingir temperaturas negativas durante o inverno.

A floresta amazônica, contribui fortemente para a manutenção das condições climáticas da América do Sul, interferindo na precipitação da região e bem como contribuindo para o balanço de energia do planeta.

Um dos fatores de grande escala que são responsáveis pela variabilidade climática na América do Sul é a ocorrência do episódio *El Niño* Oscilação Sul (ENOS), provocado pelo aquecimento das águas do Oceano Pacífico.

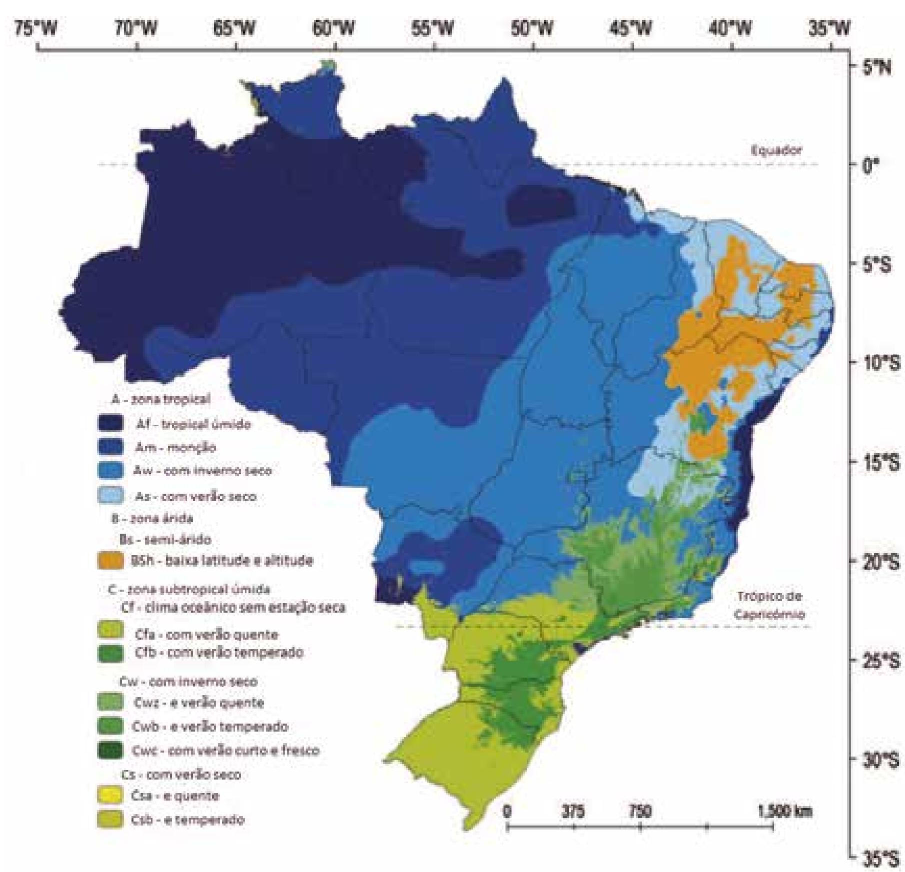
Além do *El Niño*, o gradiente meridional de anomalias – variações em relação à média – de temperatura da superfície do mar (TSM) sobre o Atlântico Tropical modulam conjuntamente uma grande parte da variância interanual do clima sobre a América do Sul. A combinação das circulações atmosféricas induzidas pelas distribuições espaciais de TSM sobre os oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical afetam o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico, influenciando a distribuição da pluviometria sobre a bacia do Atlântico e norte da América do Sul. Essa variabilidade exerce profunda influência no clima da região leste da Amazônia, do Nordeste do Brasil, bem como do extremo sul do país.

Há ainda a influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que se forma no verão e que caracteriza-se como sendo uma faixa persistente de precipitação e nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste do Brasil, estendendo-se desde o sul da Amazônia até o Atlântico Sul-Central por alguns milhares de quilômetros.

Um estudo recente (ALVARES et al., 2014) apresenta uma versão revisada da classificação climática do Brasil, usando o sistema de Koppen (Figura 1.5). A alta resolução do mapa de clima de Koppen, desenvolvida neste estudo, melhorou e destacou as diferentes categorias climáticas encontradas ao longo do território brasileiro. O mapa extraído do referido estudo também representa a primeira abordagem na literatura para desenvolver um mapa do clima que leva o nome deste autor, em uma escala hectare para o Brasil (851.487.700 ha). Nessa escala fina, os três tipos de clima para o Brasil (A, 81,4%; B, 4,9% e C, 13,7%) foram descritos com os seguintes subtipos; Af, Am, Aw, As, Bsh, Cfa, Cfb, Cwa, Cwb, Cwc, Csa, Csb. Essas zonas e tipos climáticos identificados nesse mapa climático de alta resolução fornecem tanto uma visão mais profunda do clima nos níveis regionais e locais do país, quanto a identificação de tipos climáticos nunca antes relatados.

**FIGURA 1.5**

*Classificação climática para o Brasil, de acordo com os critérios de Koppen (1936)*



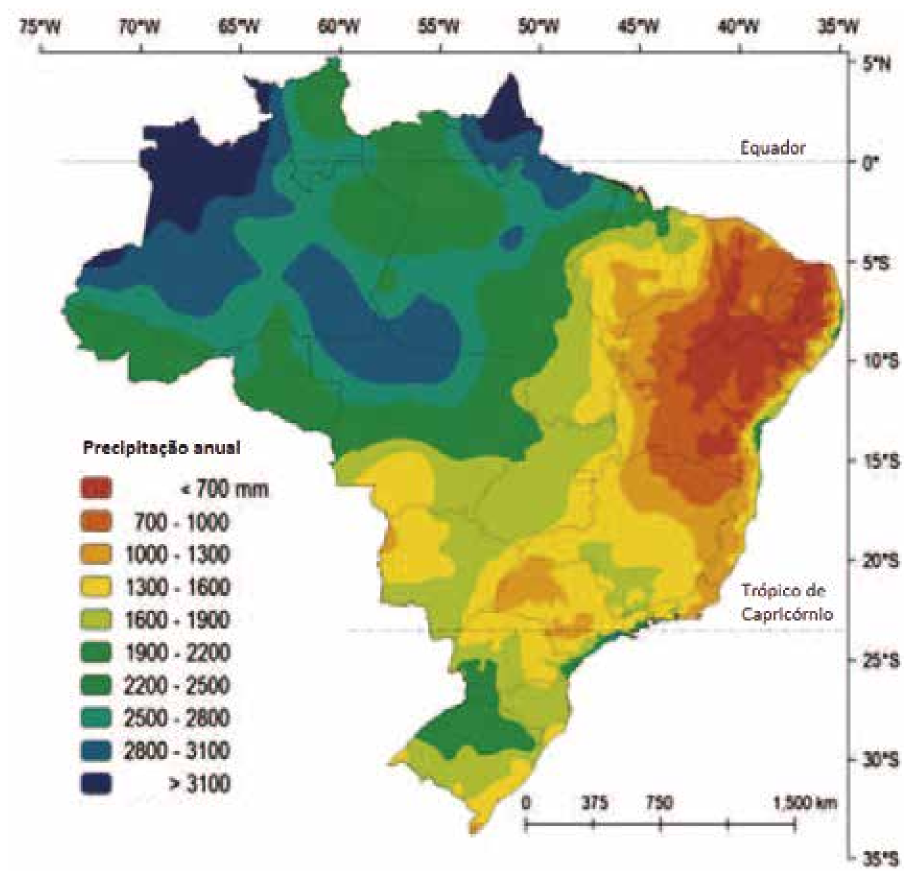

*Fonte: Alvares et al. (2014)*

A Zona A, que representa o clima tropical, estende-se por 81,4% do território brasileiro. A principal razão para esse clima estar presente em grande parte do país é porque nessas áreas, não existem fatores limitantes em relação à altitude, precipitação e temperatura, de forma a impor outras zonas climáticas. A zona B, de clima semiárido, é notavelmente o clima típico do Nordeste do Brasil, ocorrendo basicamente em paisagens onde a precipitação anual cai em média para menos de 800 mm/ano. O clima subtropical, classificado como Zona C, cobre 13,7% do território brasileiro, ocorrendo principalmente na Região Sul, em suas montanhas e planaltos.

## 1.2.1. Climatologia de Precipitação e Temperatura

O Brasil pode ser dividido em quatro regiões de acordo com as estações de chuva: Amazônia, Nordeste Brasileiro (NEB), Brasil Central e Sul do Brasil (Figura 1.6).

**FIGURA 1.6**
*Mapa de distribuição anual de chuva (mm/ano) no Brasil*



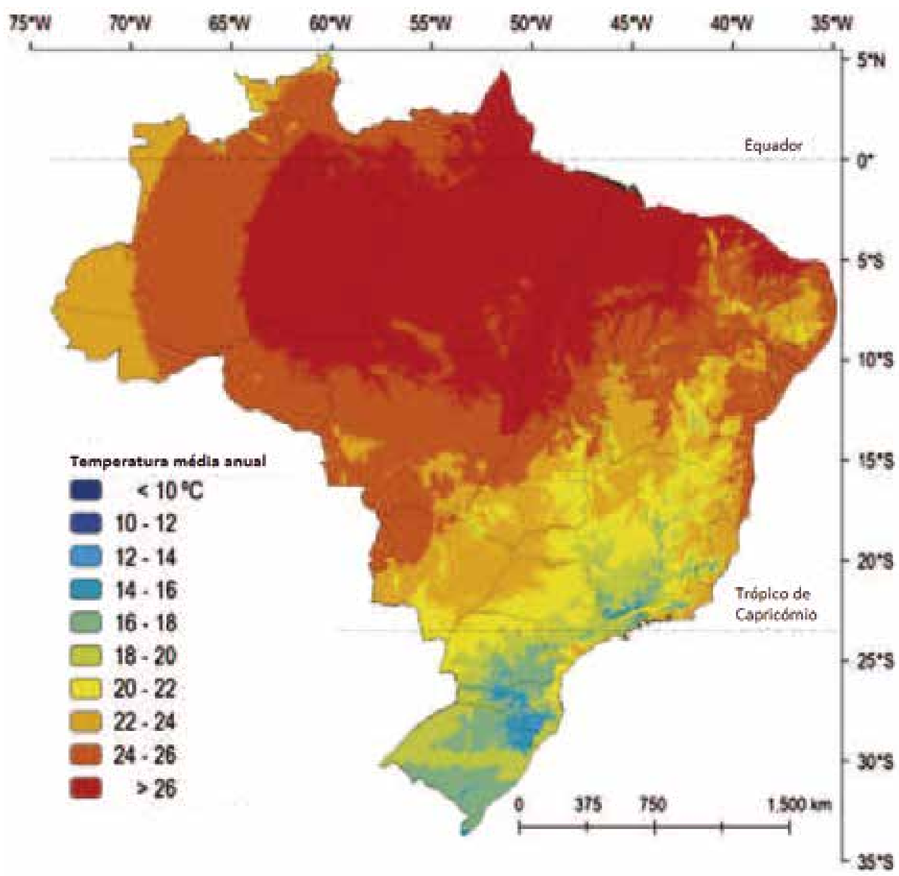

*Fonte: Alvares et al. (2014)*

A Figura 1.7 mostra o mapa anual de temperatura média no Brasil. As maiores temperaturas são registradas na Região Norte e no norte do Nordeste, chegando em média a valores maiores de 26ºC, e no sul e oeste da Amazônia pode variar entre 24-26ºC. No Nordeste os valores variam entre 22-24ºC e, no Centro-Oeste e Sudeste as médias variam entre 20-24ºC, com menores valores nas regiões altas dos estados de Minas Gerais,

São Paulo e Rio de Janeiro, chegando até 14-16ºC. No sul do Brasil, as médias variam entre 12-20ºC, com menores valores nas serras (10-12ºC).

**FIGURA 1.7**

*Mapa de distribuição anual da temperatura média (ºC) no Brasil*




*Fonte: Alvares et al. (2014)*

A maior parte do Brasil está sob o efeito do regime de monção, coerente com as variações de chuva geralmente mais abundantes no período de primavera e verão e mais escassas no outono e inverno. De modo geral, a precipitação no noroeste do Brasil permanece intensa durante todo o ano. Já no Brasil Central, a variação sazonal de precipitação é influenciada pela migração sazonal do sistema de alta pressão do Atlântico Sul.

Ao sul do Equador, o inverno é a estação seca na faixa tropical (0-25°S), com exceção de regiões costeiras junto ao Atlântico, particularmente na costa do Nordeste. Na maior parte do Sul do Brasil, onde há disponibilidade de vapor de água durante todo o ano, condições dinâmicas na atmosfera favorecem máximos relativos de precipitação no outono, inverno e primavera em diferentes regiões. O Sul do Brasil é uma região de transição entre os regimes de monção de verão e de regime de inverno em latitudes médias, tendo sua precipitação bem distribuída ao longo do ano (GRIMM, 2009).

O ciclo sazonal das chuvas no Brasil é afetado pelas variações interanuais, que podem interferir provocando, por exemplo, a ocorrência de seca durante a estação chuvosa, ou mesmo uma estação chuvosa abundante. Uma importante fonte de variabilidade interanual são os eventos *El Niño* e *La Niña*.

Na região Norte do país, verifica-se um clima equatorial chuvoso, praticamente sem estação seca. Na região Nordeste, a estação chuvosa restringe-se a poucos meses, caracterizando um clima semiárido. As regiões Sudeste e Centro-Oeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais como de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa de verão com chuvas convectivas. A região Sul do Brasil, devido à sua localização latitudinal, sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, onde os sistemas frontais são os principais causadores de chuvas durante o ano.

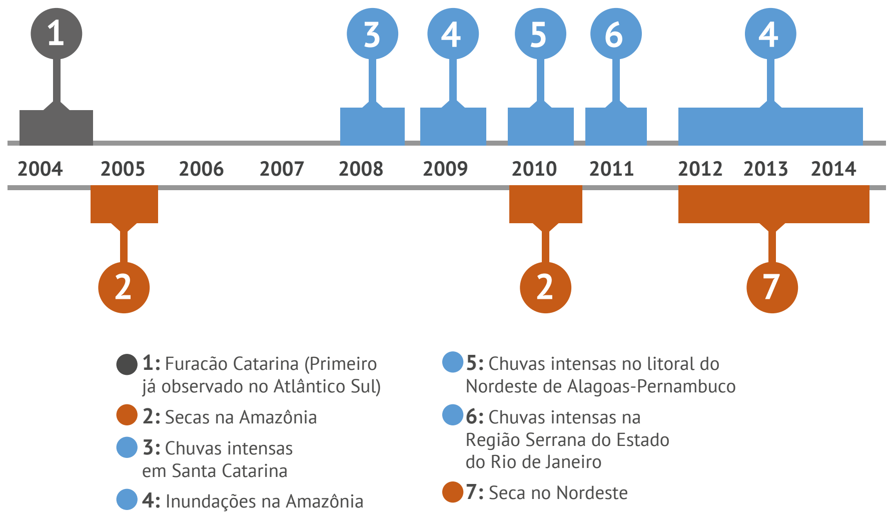
Com relação às temperaturas, no Brasil, observam-se nas regiões Norte e Nordeste temperaturas elevadas, com pouca variabilidade durante o ano, típicas do clima tropical. Nas médias latitudes, a variação da temperatura no decorrer do ano é mais evidente, com a predominância de baixas temperaturas no período de inverno, quando ocorre maior penetração de massas de ar frio de altas latitudes.

## 1.2.2. Extremos Climáticos

Os extremos de clima (excessos e deficiência de chuva, chuvas intensas, períodos secos) no Brasil podem dar lugar a impactos (secas, enchentes, enxurradas, deslizamentos de terra). Ademais, extremos de clima e tempo têm alterado sua frequência, intensidade, distribuição espacial, duração e o sincronismo entre alguns desses eventos, resultando em condições extremas até mesmo nunca antes observadas (IPCC, 2012). As mudanças em extremos podem estar ligadas a alterações na média, variância e/ou forma da distribuição de probabilidade de ocorrência deles.

A seca ou enchente na Amazônia pode ser diferente da verificada no Nordeste. Nas recentes secas de 2005 e 2010, e nas enchentes de 2009, 2012-2014 na Amazônia, secas e enchentes foram definidas não pelos volumes de chuva registrados no verão, mas sim pelos níveis dos rios da Amazônia durante o outono-inverno seguintes. No caso do Nordeste, a seca é sim definida pelo volume de chuva que cai, e, se é baixo demais, pode comprometer o volume armazenado nos reservatórios ou açudes ou na forma de umidade do solo. Esses impactos têm sido observados no Brasil, provocando prejuízos econômicos e sociais e, por vezes, a perda de vidas humanas. A seguir são apresentados alguns dos extremos climáticos mais importantes observados nos últimos dez anos no país. Cabe mencionar que, entre os impactos já observados, há registros recentes de aumento na intensidade e frequência dos eventos extremos (inundações e estiagens), a Figura 1.8 traz um resumo dos eventos que serão detalhados a seguir.

**FIGURA 1.8**
*Extremos climáticos observados nos últimos 10 anos no Brasil*




## *Ocorrência do primeiro furacão já observado no Atlântico Sul, o Catarina (2004)*

"Furacão Catarina" é um dos vários nomes informais para um ciclone tropical do Atlântico Sul que atingiu a região sul do Brasil no final de março de 2004.

A perturbação ocorreu numa região com excelentes condições meteorológicas, com baixo cisalhamento do vento e com a temperatura da superfície do mar acima da média. A tempestade atingiu ventos máximos sustentados de até 180 km/h, definido como de categoria 2 na escala classificação de furacões de Saffir-Simpson, se tornando o primeiro ciclone tropical a ser registrado oficialmente no Atlântico Sul.

O Catarina destruiu cerca de 1.500 residências e danificou outras 40.000. Os prejuízos econômicos foram substanciais, especialmente na agricultura de banana, em que 85% da produção foi perdida, e de arroz, com perda de 40% das plantações. Além disso, o impacto destrutivo do ciclone provocou o óbito de três pessoas e outras 75 ficaram feridas. Os prejuízos econômicos causados pelo Catarina chegaram a US$ 350 milhões.

## *Chuvas intensas na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro (2011)*

Durante janeiro de 2011, fortes chuvas provocaram enchentes e deslizamentos de terra em toda a região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, localizada no Sudeste do Brasil, devastando cidades montanhosas. Segundo fontes oficiais brasileiras, as inundações e deslizamentos de terra causaram a morte de 916 pessoas e deixaram 35.000 pessoas desabrigadas. Esse foi um dos piores desastres naturais ocorridos no país. Enquanto a precipitação média (1961-1990) para o mês de janeiro nessa região é de 230 mm, a precipitação acumulada durante o mês de janeiro de 2011 foi de aproximadamente 460 mm. As intensas chuvas no período provocaram inundações e deslizamentos de terra, de forma que numerosas casas localizadas em áreas de risco nas encostas desmatadas foram soterradas. Plantações foram devastadas. Rodovias, estradas, hospitais e sistemas de esgoto desmoronaram

e foram todos destruídos. O isolamento dessas cidades e o risco de epidemias deixaram a população e os governos locais em permanente estado de alerta (MARENGO et al., 2012).

## *Episódios de secas na Amazônia (2005, 2010)*

Em 2005, grande parte da Amazônia Ocidental experimentou uma das secas mais intensas dos últimos cem anos. A seca afetou a população humana ao longo do canal principal do rio Amazonas e de seus afluentes Oeste e Sudeste, o Solimões e o Rio Madeira, respectivamente. Os níveis dos rios caíram para níveis históricos baixos e a navegação ao longo desses rios teve que ser suspensa, o que levou a vários países da Região Amazônica (Brasil, Bolívia, Peru e Colômbia) a declararem estado de calamidade pública[7] em setembro de 2005. A seca deixou milhares de pessoas sem comida, provocou problemas para o transporte fluvial, agricultura, geração de hidroeletricidade, e também afetou diretamente e indiretamente as populações que vivem ao longo dos rios da região. Como as florestas tropicais secaram, severos incêndios florestais eclodiram na região, prejudicando centenas de milhares de hectares de floresta. Esses incêndios produziram extensa fumaça que afetou a saúde humana e fechou aeroportos, escolas e empresas.

Após a seca de 2005, uma nova seca atingiu a região Amazônica em 2010. Condições mais secas que a normal foram observadas no noroeste, centro e leste da Amazônia durante o verão austral e no resto da região até o fim do ano. Menos chuva e temperaturas mais quentes afetaram o nível do Rio Negro que estava em um nível histórico baixo, pela primeira vez, em 107 anos. As condições mais secas também favoreceram a ocorrência de incêndios florestais no sul da Amazônia: o seu número em setembro foi de cerca de 200% superior em relação ao verificado em 2004.

As secas de 2005 e 2010 foram similares em termos de severidade meteorológica, todavia, os impactos hidrológicos da seca de 2010 foram mais extensos sobre os níveis de água. O transporte, a atividade de pesca e o abastecimento de água foram afetados em função dos níveis anormalmente baixos do rio.

## *Chuvas intensas em Santa Catarina (2008)*

No Sul do Brasil, no Vale do Itajaí, localizado no estado de Santa Catarina, presenciou chuvas fortes que causaram inundações severas e deslizamentos fatais em novembro de 2008. Cerca de 1,5 milhão de pessoas (um quarto da população total de Santa Catarina) foram diretamente afetadas, com 69 mil pessoas desabrigadas, 120 mortes relatadas e situação de emergência[8] declarado. Deslizamentos de terra e inundações causadas pelas tempestades bloquearam quase todas as estradas da região e houve corte de água e eletricidade para milhares de casas. A maioria das mortes foi causada por deslizamentos de terra que varreram casas e empresas. As tempestades quebraram um trecho do gasoduto que transporta gás natural da Bolívia para o Sul do Brasil e forçou a suspensão do fornecimento de combustível para parte de Santa Catarina e todo o Rio Grande do Sul. Estimativas não oficiais das perdas devido a esse evento extremo de chuva, com consequentes inundações e deslizamentos, são da ordem de US$ 350 milhões, bem como devido à paralisação do comércio durante alguns dias no Porto de Itajaí.

7 *No Brasil, o estado de calamidade pública é a situação anormal, provocada por desastres, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento substancial da capacidade de resposta do poder público do ente atingido (Fonte: Decreto Nº 7.257, de 4 de agosto de 2010).*

8 *No Brasil, situação de emergência é a situação anormal, provocada por desastres, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento parcial da capacidade de resposta do poder público do ente atingido (Fonte: Decreto Nº 7.257, de 4 de agosto de 2010).*

### *Episódios de inundações na Amazônia (2009, 2012-14)*

Durante os dez anos que terminaram em 2014, graves inundações foram detectadas na Amazônia Ocidental e Central em 2009, 2011 e, em 2012-13 e 2014. Estudos observacionais anteriores (MARENGO, 2004; RONCHAIL et al., 2002; MARENGO et al., 2008a,b, 2011, 2013; TOMASELLA et al., 2011; ESPINOZA et al., 2011, 2012, 2013, 2014) identificaram excessos de chuvas que produziram inundações anteriores na Amazônia em 1953/54 e 2008/09 e que estavam relacionados com um ambiente quente e tropical do Atlântico Sul.

Durante o que foi chamado na época de a "inundação do século", em 2009, os níveis do Rio Negro, no porto de Manaus, em julho de 2009, chegaram a registrar recorde de alta de 29,77 metros de acordo com CPRM.

Em 2012-2013, a Amazônia experimentou novamente um dos piores episódios de inundação na história recente. Muitas cidades e áreas urbanas ficaram sob estado de emergência, com o Rio Solimões e o Rio Negro, os dois principais afluentes do Rio Amazonas, tendo transbordado.

A recente inundação em 2014 no Sudoeste da Amazônia revelou uma precipitação de cerca de 100% acima do normal, e a descarga no Rio Madeira (principal afluente do sul da Amazônia) foi 74% maior que o normal (58 mil $m^3/s$) em Porto Velho e 380% (25 mil $m^3/s$) em janeiro de 2014. Os níveis do Rio Negro em Manaus foram 29,47 milímetros em junho de 2014, correspondente ao quinto maior registro durante o monitoramento de 113 anos do Rio Negro.

### *Seca no Nordeste (2012-2014)*

O nordeste brasileiro enfrenta desde 2012 a maior seca dos últimos 50 anos, com mais de 1.400 municípios afetados. Em 2012, o Nordeste do Brasil declarou estado de emergência na maioria dos municípios da região devido à seca considerada a mais grave dos últimos 30 anos, afetando mais de 4 milhões de pessoas.

A ocorrência da seca destruiu grandes áreas de terras agrícolas, provocando escassez de água potável em centenas de cidades e vilas em toda a região e deixando fazendeiros em situação de luta para alimentar e abastecer de água o gado. Essa situação estendeu-se de 2013 a 2014, mas as condições mais intensas de seca foram detectadas em 2012.

## 1.3. CIRCUNSTÂNCIAS ESPECIAIS

Esta seção tem por objetivo analisar circunstâncias especiais em relação às quais há necessidades e preocupações específicas resultantes dos efeitos negativos da mudança do clima e do impacto da implementação de medidas de resposta, de acordo com o art. 4º, § 8º da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

O Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas serviu como importante fonte de pesquisa, do qual se extraíram alguns trechos, apresentados a seguir.

Cabe ressaltar, no entanto, que se optou por incluir, já na descrição dos biomas brasileiros (item 1.1.1), as suscetibilidades e vulnerabilidades de cada um em face das mudanças climáticas, restringindo e detalhando a abordagem do presente item às regiões de ecossistemas frágeis.

### 1.3.1. Regiões de Ecossistemas Frágeis

O conceito de fragilidade ambiental ou de áreas frágeis diz respeito à suscetibilidade do meio ambiente a qualquer tipo de dano, sendo os ecossistemas ou áreas frágeis, porções ou fragmentos importantes, com características e recursos únicos. Os ecossistemas frágeis incluem os desertos, as terras semiáridas, as montanhas, as terras úmidas, as ilhotas e determinadas áreas costeiras. A maioria desses ecossistemas tem dimensão regional, transcendendo fronteiras nacionais.

Para o Brasil é possível identificar oito principais categorias de áreas frágeis, incluindo as já reconhecidas na legislação, sendo elas: topos de morros, encostas e escarpas de serras; nascentes de cursos d'água; margens de cursos d'água, várzeas e leitos inundáveis; lagos, lagoas e lagunas; áreas de recarga de aquíferos; mangues; restingas; e áreas suscetíveis a desertificação (GOMES e PEREIRA, 2011).

O território brasileiro é constituído de estruturas geológicas muito antigas e é bastante erodido. O país apresenta modestas altitudes, uma vez que 93% do território brasileiro possuem altitudes inferiores a 900 metros. Assim, não há grandes cadeias montanhosas no Brasil, e as maiores montanhas do país localizam-se em parques nacionais[9].

Atenção especial tem sido dada no país à conservação da Serra do Mar, que constitui um sistema montanhoso que se estende desde o estado do Espírito Santo até o sul do estado de Santa Catarina. A Serra do Mar abriga os principais remanescentes da Mata Atlântica, que recobria toda a costa leste brasileira, desde o estado do Rio Grande do Norte até o estado do Rio Grande do Sul.

As nascentes dos cursos d'água caracterizam-se por serem de áreas com alta vulnerabilidade natural, principalmente porque, quase sempre, estão associadas a relevo acidentado e/ou presença de solos rasos. Tais características expõem as nascentes a uma condição de fragilidade frente a fenômenos naturais (climático ou edafoclimático, pedológico e geológico) ou a ações antrópicas.

As margens de cursos d'água, várzeas e leitos inundáveis possuem grande diversidade de espécies e são resultados de um fenômeno natural que envolvem dois períodos: cheia e vazante. Geralmente essas áreas são cobertas por matas ciliares, quando encontram-se preservadas; exceção refere-se às várzeas que, naturalmente, exibem uma vegetação rasteira tipo gramínea; todavia em áreas com intensa atividade agrícola, a vegetação, mesmo aquela destinada à cobertura ciliar, é degradada, apresentando uma cobertura vegetal reduzida e fragmentada, levando à extinção de muitos animais, desequilibro nas populações, etc (AGOSTINHO et al., 1997).

Lagos, lagoas e lagunas são extremamente frágeis, tanto em relação a contaminação quanto de comprometimento do volume de seus corpos d'água, podendo inclusive atingir completo desaparecimento.

Para os aquíferos sedimentares, como exemplo brasileiro o aquífero Guarani, seu recarregamento se dá por dois mecanismos: a) infiltração direta das águas de chuva nas áreas de recarga; e b) infiltração vertical ao longo de descontinuidades nas áreas de confinamento, num processo mais lento (ROCHA, 1996; GOMES, 2008). As áreas de recarga direta são regiões nas quais o aquífero se encontra mais vulnerável. Dessa forma, o mau uso dos solos dessas áreas compromete, a médio e longo prazos, a qualidade da água subterrânea. Diante desse cenário, fica evidente a necessidade de um manejo especial para essas áreas, a fim de que todo o sistema, o qual inclui as áreas de recarga e o aquífero propriamente dito (parte confinada), possa ser gerido de forma sustentável. Essa gestão sustentável depende, pois, da identificação e controle das fontes de poluição nas áreas de recarga (ROCHA, 1996).

9 *Em 22 de agosto de 2002, foi criado por Decreto Presidencial o Parque Nacional das Montanhas de Tumucumaque, na região noroeste do Amapá, na fronteira com a Guiana Francesa, que corresponde a 3,8 milhões de hectares de floresta amazônica contínua e praticamente intocada.*

O mangue é um ecossistema típico de áreas costeiras alagadas em regiões de clima tropical ou subtropical, sendo considerado um dos ambientes naturais mais produtivos do Brasil, em função das grandes populações de crustáceos, peixes e moluscos que abriga. Os manguezais são verdadeiros berçários, local de proteção, alimentação e reprodução, contribuindo para a sobrevivência de espécies de aves e mamíferos. O Brasil possui a maior faixa de mangue do planeta com cerca de 20 mil km², que se estende desde o nordeste (Cabo Orange – Amapá) até o sul do país (Laguna – Santa Catarina).

As restingas referem-se a um conjunto de ecossistemas de comunidades vegetais florística e fisionomicamente distintas, localizadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinações destas, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002). Estas comunidades vegetais formam um complexo edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, além de planícies e terraços.

Ressalta-se que diante dessas expressivas vulnerabilidades naturais há um esforço nacional em se contemplar essas áreas frágeis na legislação brasileira. Destaca-se que desde maio de 2012, vigora uma nova lei florestal no Brasil, a Lei nº 12.651, conhecida como "Novo Código Florestal", a qual estabelece as áreas de preservação permanente (APPs) com o objetivo de proteger a biodiversidade e os recursos hídricos. Mais detalhes serão discutidos no Volume II desta Comunicação.

Dada a sua vulnerabilidade natural, atrelada a indicadores sociais bastante sensíveis, as áreas suscetíveis à desertificação são aquelas que correspondem às regiões semiárida e subúmida seca, localizadas em sua grande maioria na região Nordeste e no norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A vegetação predominante nessas áreas pertence a ecossistemas integrantes do bioma Caatinga, correspondentes a grande parte do semiárido nordestino.

O total de área constituída de pastagem plantada degradada e de terras degradadas (erodidas, desertificadas e salinizadas) é superior a 2,3 milhões de hectares, ou 3,5% das terras degradadas do país. Nessas áreas, a cobertura vegetal lenhosa serve principalmente à produção de lenha e carvão vegetal para energia, estacas, postes, madeira de construção etc. A extração de lenha é atividade econômica de elevada capilaridade e quando não realizada de maneira sustentável ameaça a continuidade da produção de bens e serviços ambientais dos ecossistemas da caatinga, que já são bastante prejudicados pelas adversidades climáticas (PAUPITZ, 2013).

A região semiárida brasileira caracteriza-se por evapotranspiração elevada, ocorrência de períodos de secas, solos de pouca profundidade, alta salinidade, baixa fertilidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita seu potencial produtivo. Além disso, o processo de desertificação é intensificado pela pobreza e vice-versa. Nessa região são verificados os indicadores sociais mais alarmantes do Brasil. As áreas suscetíveis à desertificação (ASD) somam 1.340.172,60 km², equivalente a quase 16% do território brasileiro, com 34,8 milhões de pessoas (17% da população brasileira) distribuídas em 1.488 municípios (PAUPITZ, 2013). São números que fazem do conjunto dessa área a região seca mais populosa do mundo. Os municípios das ASD inserem-se integralmente na área de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene).

O semiárido Nordestino, com 1 milhão de km², 20 milhões de habitantes, precipitações baixas e variáveis, elevado risco para a atividade agropecuária e nível tecnológico muito baixo, reúne os piores indicadores econômicos

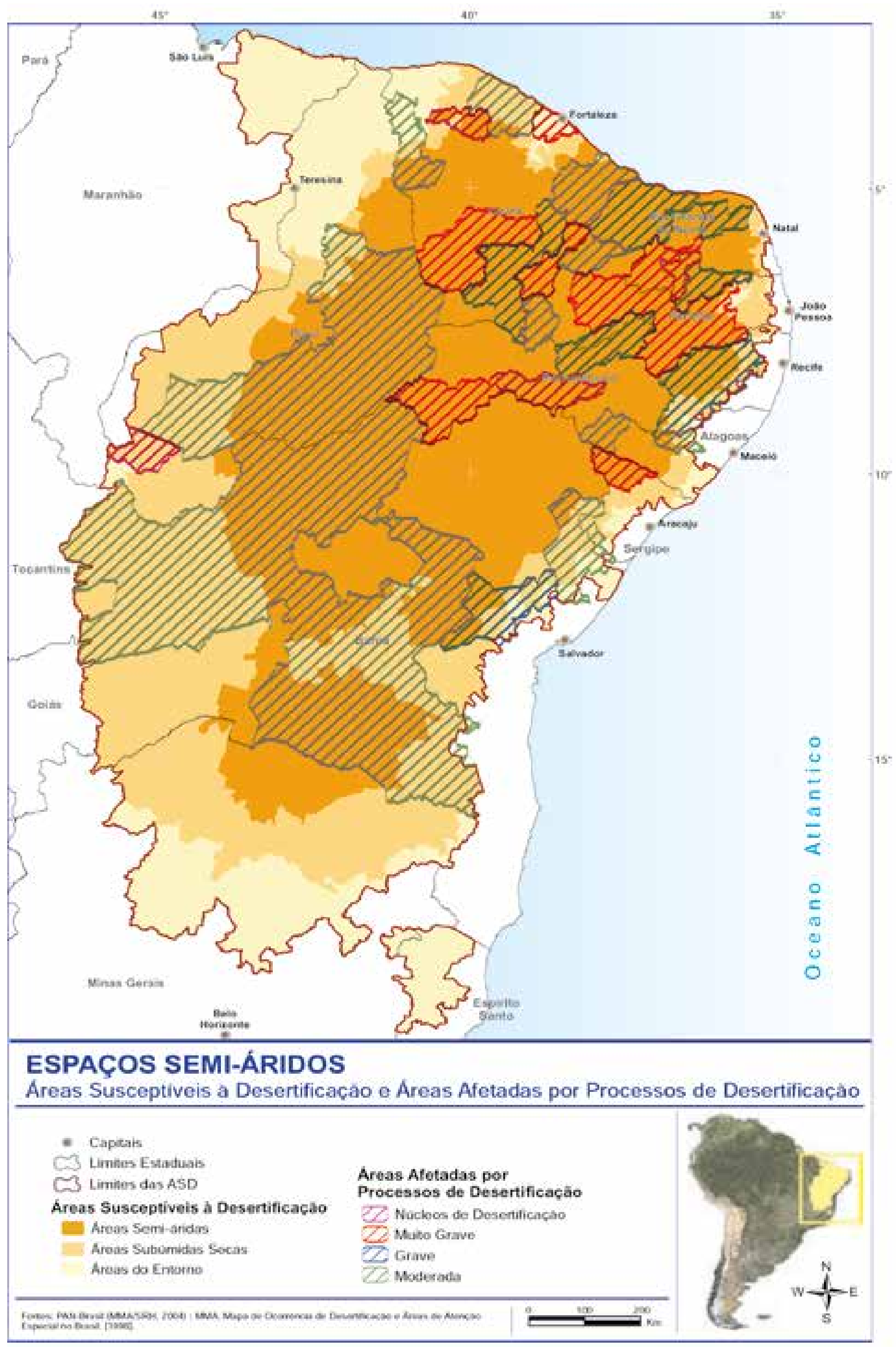
e sociais do país, fatores que reforçam sua lenta, mas contínua degradação ambiental. A prevenção e o combate a essa degradação é o objeto da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, da qual o Brasil é signatário. Nesta região, a desertificação é causada por uma interação complexa de fatores físicos, biológicos, políticos, sociais, culturais e econômicos, frequentemente fechada em ciclos viciosos que costumam progredir em fases: 1) desmatamento; 2) degradação do solo; 3) redução da produção e da renda agropecuária; e 4) a deterioração das condições sociais. A erosão é a mais grave causa de degradação do semiárido Nordestino, por sua irreversibilidade, pela grande extensão de solos rasos, pelos aguaceiros intensos e pela agricultura em áreas de declividade alta e sem qualquer medida de prevenção (SAMPAIO, ARAÚJO e SAMPAIO, 2009).

Verifica-se, portanto, que, no Brasil, o processo de desertificação é consequência do uso inadequado dos recursos florestais da Caatinga e por vezes também do Bioma do Cerrado. Práticas agropecuárias sem manejo correto dos solos, uso sem critério dos sistemas de irrigação, com a consequente salinização e superpastejo animal na pecuária extensiva, comprometendo a regeneração de espécies, associado a ações de desmatamento, provocam processos erosivos e esgotamento dos solos.

Dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2004b) indicam que uma área de 181.000 km$^2$ na região semiárida vem sendo seriamente afetada pelo processo de desertificação, com a geração de impactos difusos, abrangendo diferentes níveis de degradação de solos, da vegetação e dos recursos hídricos. As áreas mais críticas, com intensa degradação de recursos naturais e danos acumulados consideráveis, chamadas de núcleos desertificados, foram inicialmente identificadas em quatro localidades: Gilbués no estado do Piauí, Iraçuba no Ceará, Seridó no Rio Grande do Norte, e Cabrobó em Pernambuco, totalizando 21,7 mil km$^2$ com uma população superior a 444 mil habitantes (Figura 1.9).

**FIGURA 1.9**

*Áreas afetadas e núcleos desertificados na região Nordeste do Brasil*




*Fonte: BRASIL (2007)*

Algumas medidas podem ser consideradas para prevenir a desertificação em áreas de risco e recuperar as áreas afetadas. O Brasil, conforme prevê a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, elaborou o Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil). O programa consiste em meio de planejamento que visa definir as diretrizes e as principais ações para o combate e a prevenção do fenômeno da desertificação nas regiões brasileiras com clima semiárido e subúmido seco. O PAN está pautado pelo desenvolvimento

de programas e ações articulados em torno de quatro eixos temáticos, referentes aos grandes objetivos de orientação estratégica do governo para o combate à desertificação. São eles: redução da pobreza e da desigualdade; ampliação sustentável da capacidade produtiva da região; conservação, preservação e manejo sustentável dos recursos naturais; gestão democrática e fortalecimento institucional. Este último visa ampliar a capacitação de recursos humanos e a criação de novas institucionalidades para cuidar da gestão das iniciativas de combate à desertificação. Para regionalizar o PAN-Brasil e dar maior capilaridade às suas ações, foram criados os Programas de Ação Estadual de Combate à Desertificação (PAE), que são documentos norteadores para o planejamento e desenvolvimento de ações integradas e para a aplicação de investimentos públicos e privados no âmbito estadual. Também foram criados PAE nos seguintes estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Maranhão.

O Brasil possui também o Sistema de Alerta Precoce de Secas e Desertificação (SAP). Esse sistema é o resultado de uma parceria entre o Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Ministério do Meio Ambiente, com colaboração do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Para esse propósito, está sendo desenvolvido um banco de dados geográficos contendo informações físico-ambientais e socioeconômicas, permitindo a interação de indicadores de desertificação. Visando o cruzamento das informações, os dados de Geologia, Geomorfologia, Pedologia provenientes de diversas fontes (CPRM, RadamBrasil, Embrapa/Recife) tiveram que ser ajustados para a mesma escala 1:500.000 e resolução (90m). Os dados de Uso e Cobertura da Terra foram trabalhados em cima de Imagens de satélites, Landsat/TM e ETM7, ano 2010, com resolução de 30m. A escala de interpretação foi de 1:150.000. No entanto, após finalização do mapeamento das classes de uso e cobertura da terra, o dado foi reamostrado para a resolução de 90m e escala 1:500.000. No banco de dados geográfico também já foram inseridas informações socioeconômicas e demográficas, em nível municipal, como: densidade de pecuária, densidade de focos de queimada, unidades de conservação (integral e sustentável), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e densidade de população rural. Esses indicadores foram selecionados levando em consideração a disponibilidade dos mesmos para toda a área de estudo e a capacidade de capturar e acompanhar o processo de desertificação.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do sistema baseia-se na metodologia desenvolvida pelo Projeto MEDALUS que, devido à complexidade geoambiental da Região Nordeste do Brasil, teve de ser adaptada para atender as condições do local. Esta metodologia foi validada em escalas regionais e locais em países como Itália, Espanha, Portugal e Grécia, entre outros (BASSO et al., 2000; BRANDT, GEESON e IMESON, 2003; SALVATI et al., 2011). O sistema inclui quatro variáveis principais, tais como clima, solo, vegetação e manejo da terra (KOSMAS, KIRKBY e GEESON, 1999; KOSMAS et al., 2006, LAVADO et al., 2009).

Resultados preliminares indicam que, dos indicadores utilizados pelo SAP, nessa fase inicial do projeto, o manejo inadequado do solo está sendo um dos principais fatores para a sua degradação na região.

Além do SAP, outra iniciativa importante do governo brasileiro é o investimento da ordem de R$ 20 milhões que está sendo realizado em projetos voltados para o desenvolvimento sustentável e a conservação da biodiversidade da Caatinga, combate à desertificação e recuperação de áreas degradadas. São recursos oriundos do Fundo Clima, do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio), do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal, do Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade (Probio) (fase II) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)[10].

*10 Para acessar a carteira desses projetos, ver: http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga*

# 1.4. PRIORIDADES DE DESENVOLVIMENTO NACIONAL E REGIONAL

## 1.4.1. Desenvolvimento Social

As subseções seguintes apresentam os principais avanços recentes do Brasil em termos de melhorias nas oportunidades de acesso ao sistema de ensino, saúde, saneamento básico e, no combate à fome, pobreza e desigualdade de renda. Será visto que o Brasil apresentou significativo desempenho, com destaque internacional, no combate à pobreza e à pobreza extrema. Foram importantes para esses resultados melhorias nas condições de trabalho e rendimento das famílias e o impacto dos programas sociais, especialmente o Programa Bolsa Família. Juntos, esses resultados contribuíram para a redução da desigualdade de renda que, por consequência, contribuiu para a redução da pobreza.

Tais melhorias resultaram em avanço significativo do Brasil com relação ao índice de desenvolvimento humano. Expressam-se também na mudança do perfil demográfico brasileiro, com menores taxas de fecundidade e de natalidade e pelo envelhecimento da população.

A análise adiante é baseada em indicadores sobre as condições de vida dos agregados familiares, extraídos da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), além de dados e informações compilados do Quinto Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, de autoria do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2014).

### 1.4.1.1. Sistema Nacional de Políticas Sociais

Desde o final da década de 1980, novas concepções sociais passaram a integrar a agenda pública brasileira e a orientar a formulação das políticas sociais no país, destacando-se:

- Reforço da seletividade e focalização – priorizar, na agenda, nos recursos e nas ações sociais, os programas para os setores pobres, focalizando o gasto e as ações nas necessidades básicas dos grupos mais vulneráveis, etária e espacialmente localizados;
- Combinação de programas universais e seletivos – diferentemente da oposição universalismo *versus* seletividade, parece ter sido ampliado o entendimento de que, no Brasil, as redes públicas de educação básica e de saúde são cruciais e estratégicas, tanto por seus serviços próprios quanto por poderem sediar programas de massa. Desse modo, os programas focalizados complementariam os universais, apoiando-se mutuamente;
- Programas de renda mínima – as transferências monetárias para garantir patamares mínimos de renda individual ou familiar passaram a integrar a lista de programas de combate à pobreza, principalmente por meio de fórmulas que acoplam objetivos de renda mínima a objetivos de melhoria de desempenho escolar e de saúde de filhos menores;
- Parceria público/privada – maior aceitação da participação das organizações não-governamentais na oferta de serviços sociais, entendendo-se que, sozinho, o Estado é incapaz de responder ao grande desafio da pobreza, sendo, portanto, necessária à ampliação das iniciativas dos setores organizados da sociedade para a prestação de serviços sociais;

- >> Ampliação de programas do tipo produtivo – no desenho de novos programas, registra-se também a preocupação crescente com aqueles que possam contribuir para o reforço da capacidade e da produtividade dos segmentos pobres na geração de renda, tais como programas de capacitação, de apoio à micro e pequena empresa e de abertura de frentes de trabalho;
- >> Ampliação de programas de acesso à alimentação – destinados a aumentar a oferta de alimentos de elevado poder nutritivo e melhorar as condições de vida das famílias em situação de insegurança alimentar. No desenho dos programas, considera-se segurança alimentar e nutricional como sendo a garantia de acesso à alimentação todos os dias, em quantidade suficiente e com a qualidade necessária;
- >> Programas de geração de trabalho e renda – representam uma ação para gerar, de forma sustentável, trabalho e renda para famílias carentes, vulneráveis, beneficiárias de programas sociais.

Nesse contexto, com o intuito de acabar com a pobreza extrema, o governo federal criou em 2004 o Programa Bolsa Família, visando a garantir o direito à alimentação, saúde, educação e à conquista da cidadania pela parcela da população mais vulnerável à fome. Nesse programa, o governo repassa o benefício financeiro diretamente às famílias e elas assumem o compromisso de manter os filhos na escola e de fazer o acompanhamento da saúde das crianças, adolescentes e gestantes.

O Cadastro Único é o principal instrumento de gestão do Programa Bolsa Família e de uma série de outras iniciativas sociais. Por intermédio desse banco de dados informatizado, o governo federal identifica e caracteriza as famílias de baixa renda. Também conhece a realidade socioeconômica destas, porque o Cadastro Único consolida informações de todo o núcleo familiar, das características do domicílio, das formas de acesso a serviços públicos essenciais e, também, dados de cada um dos membros da unidade familiar. A partir daí, o poder público pode formular e implementar políticas específicas, que contribuem para a redução das vulnerabilidades sociais as quais as famílias de baixa renda estão expostas. O Cadastro Único é coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), devendo ser obrigatoriamente utilizado para seleção de beneficiários de programas sociais do governo federal, como o Bolsa Família.

No período recente, o país também passou a implementar um conjunto de medidas de ação afirmativa, como, por exemplo, voltadas a promover maiores condições de acesso da população negra ao sistema de ensino superior. O combate à desigualdade educacional racial é uma forma de combater a pobreza brasileira, pois os negros encontram-se sobre representados nessa condição e sua dificuldade de acesso a melhores postos de trabalho guarda relação com sua baixa escolaridade. Foi criada no Brasil a Secretaria de Políticas de Promoção da Igualdade Racial (SEPPIR) em nível federal e aprovado o Estatuto da Igualdade Racial.

Atualmente, as principais políticas sociais em andamento são as voltadas ao combate à pobreza e à fome; à universalização e à qualificação da educação; à geração de emprego e renda para os mais pobres; à ampliação e à melhoria dos serviços de saúde; ao combate às desigualdades socioeconômicas e também às provenientes de raça e gênero. São, em resumo, políticas que têm como foco principal a elevação da qualidade de vida dos brasileiros, especialmente daqueles em situação de vulnerabilidade social (IPEA, 2014).

O Plano Brasil sem Miséria, baseado em três eixos de atuação (Acesso a Serviços, Garantia de Renda e Inclusão Produtiva), é quem estrutura e agrega uma série de políticas e programas sociais hoje em curso no Brasil. Seu objetivo é elevar a renda e as condições de bem-estar da população. Mais tarde, o Brasil sem Miséria lançou a Ação Brasil Carinhoso, que é voltada para uma das parcelas mais vulneráveis da população brasileira, as crianças de zero a seis anos de idade, também chamada de primeira infância. A estratégia do Brasil Carinhoso foi desenhada para

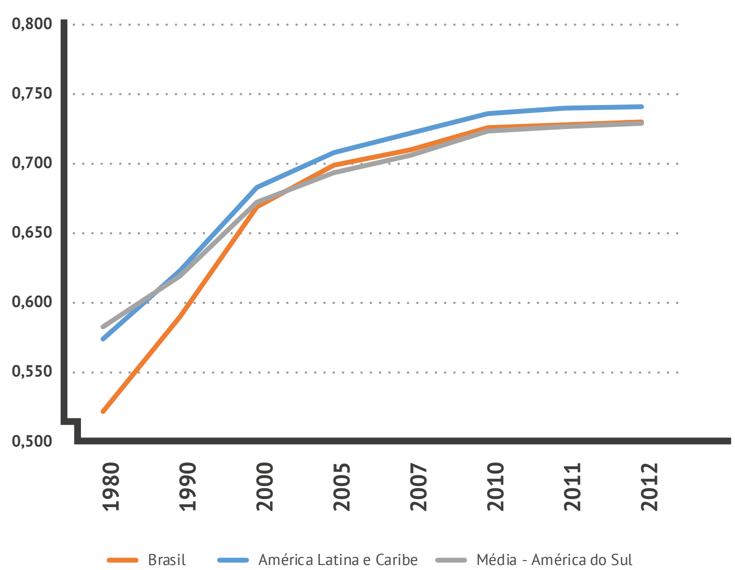
retirar da pobreza extrema, por meio de transferência de renda, todas as famílias beneficiárias do Programa Bolsa Família que possuem filhos com limite de idade de até 6 anos.

### 1.4.1.2. Desenvolvimento Humano no Brasil

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida sumária do desenvolvimento humano de um país, utilizado para medir os avanços alcançados, em média, no que diz respeito a três dimensões básicas: esperança média de vida; acesso ao conhecimento, avaliado com base na taxa de alfabetização de adultos e na taxa bruta combinada de escolarização; e Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* em paridade do poder de compra (PPP), em dólares americanos. A Figura 1.10 apresenta a evolução do IDH do Brasil em relação aos da América Latina e Caribe e da América do Sul entre os anos 1980 e 2012. Nota-se que o IDH brasileiro aproximou-se consideravelmente daquele da América Latina e Caribe ao longo da década de 1990 e mantem-se, desde 2010, praticamente com o mesmo nível médio da América do Sul, aquém da média da primeira região. Cabe registrar que a América Latina e Caribe detêm média de IDH superior somente àquela da Ásia do Sul e da África Subsaariana.

**FIGURA 1.10**

*Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano – Brasil, América do Sul e América Latina e Caribe – 1980 a 2012*




*Fonte: A partir de PNUD (2013)*

Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano de 2013, elaborado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o Brasil caiu dez posições se comparada à sua posição no Relatório publicado em 2009, alcançando a mais recente posição de 85º, no *ranking* mundial, sendo considerado atualmente um país com desenvolvimento humano elevado. Apesar da piora na posição relativa do Brasil na classificação, nessa mesma edição do Relatório, consta que o Brasil encontra-se na lista dos quinze países que maiores reduções alcançaram no déficit em termos de IDH (PNUD, 2013).

Nesse contexto, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) do Brasil abordou, em Comunicado nº 159 publicado em outubro de 2013 (IPEA, 2013a), o descolamento observado entre o Produto Interno Bruto (PIB) calculado nas Contas Nacionais e a renda informada pela população em pesquisas domiciliares, apontado já em dezembro de 2012 por Neri (2012). A ampliação da discrepância entre essas duas grandezas em 2012 surpreendeu: enquanto o PIB brasileiro cresceu 0,9% em termos reais, a renda total das famílias, medida por microdados de mais de 360 mil pessoas entrevistadas em todo o país na última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), cresceu 8,9% a mais do que a inflação. Com base nessa constatação, confrontaram-se os novos dados da PNAD com sua série histórica desde 1992, de modo a analisar duas décadas de evolução da pobreza e da desigualdade, segundo a renda domiciliar *per capita*, que serve de base à literatura social e a importantes políticas públicas, o que vai ao encontro dos seguintes trechos do Relatório do Desenvolvimento Humano de 2013:

> **"Como se defende nos Relatórios do Desenvolvimento Humano de 1993 e 1996, a relação entre crescimento e desenvolvimento humano não é automática. Tem de ser forjada através de políticas em favor dos pobres que, no seu conjunto, contribuam para o investimento na saúde e na educação [...].**
>
> **[...]**
>
> **A nível dos agregados familiares, o aumento dos rendimentos contribui para uma maior satisfação das necessidades básicas e para o acréscimo do nível e da qualidade de vida. Todavia, um rendimento mais elevado não se traduz necessariamente numa correspondente melhoria do bem-estar humano."** (PNUD, 2013).

Desse modo, o estudo realizado pelo IPEA analisou a evolução dos principais indicadores de rendimentos, posse de bens duráveis e acesso a serviços públicos essenciais bem como a evolução da pobreza e da desigualdade para responder como a renda, a pobreza e a desigualdade de rendimentos de domicílios evoluíram nas duas últimas décadas (Tabela 1.1).

**TABELA 1.1**

*Taxa de variação anual dos indicadores de rendimentos e de consumo em períodos selecionados (%)*

| INDICADOR | 1990/2012 | 1992/2002 | 2002/2012 | 2011/2012 |
|---|---|---|---|---|
| | % | | | |
| PIB per capita | 1,94 | 1,29 | 2,59 | 0,06 |
| Consumo das famílias per capita | 2,44 | 1,73 | 3,15 | 2,23 |
| Renda per capita média | 3,09 | 2,53 | 3,65 | 7,98 |
| Renda per capita mediana | 3,85 | 2,1 | 5,64 | 7,6 |
| Salário mínimo | 2,49 | -0,22 | 5,26 | 7,89 |
| | | | | |
| Pop. com conjunto básico de bens (p.p)* | 1,78 | 1,72 | 1,84 | 2,16 |
| Pop. com conjunto básico de serviços (p.p)** | 0,93 | 1,06 | 0,81 | 0,98 |

*Nota: Dados da Pnad exclusive áreas rurais da região norte (exceto Tocantins). Taxa de variação do salário mínimo calculada de outubro do primeiro ano a outubro do último ano.*

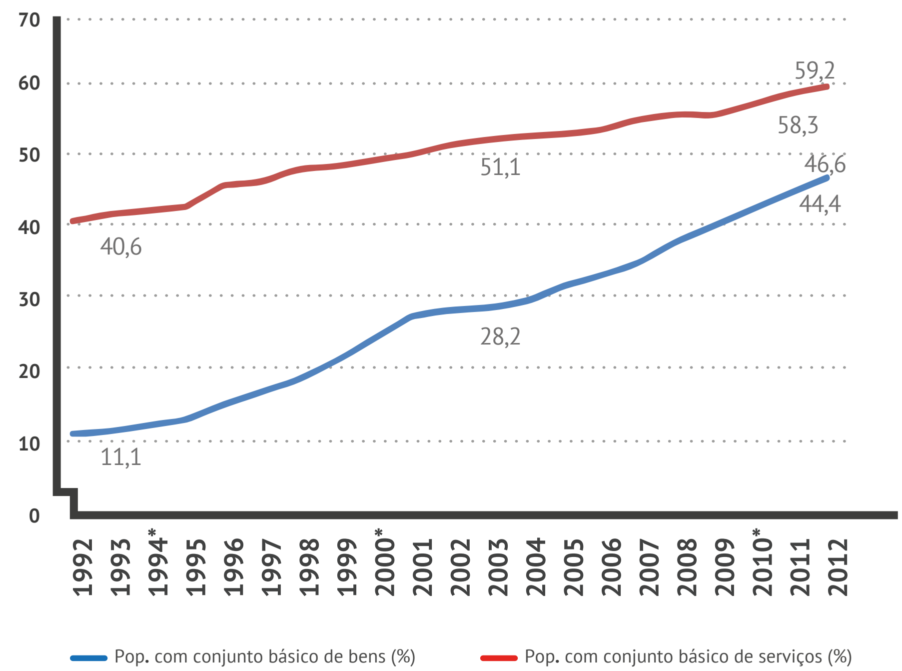
*Fonte: IPEA, a partir dos microdados das Pnads 1992, 2002, 2011 e 2012. Sistema de Contas Nacionais.*

A Tabela 1.1 mostra a taxa de variação da renda em períodos selecionados. Na comparação de décadas, observa-se que o período de 2002 a 2012 foi particularmente benéfico para as famílias: a renda domiciliar *per capita* aumentou 3,6% ao ano *vis-à-vis* 2,5% na década anterior, e resultados semelhantes foram sentidos para o PIB *per capita* e para o consumo *per capita* das famílias. O salário mínimo, que viu seu poder de compra diminuir 0,22% ao ano, entre 1992 e 2002, na década seguinte, subiu 5,26% anuais além da inflação, contribuindo para o aumento da renda das famílias e para a queda da desigualdade observada nesse período.

Os avanços mostrados pela Pnad não se restringem apenas à renda domiciliar. Em 2012, observou-se também uma expansão no número de pessoas com acesso a serviços públicos essenciais e a uma combinação de bens de consumo duráveis (Figura 1.11). No período de 1992 a 2012, a população que teve acesso a serviços públicos essenciais e a bens duráveis básicos aumentou 0,9 pontos percentuais ao ano, respectivamente. Tanto para todo o período quanto para cada década, separadamente, a conclusão que se tira dos dados da Pnad é que as condições privadas de vida das famílias – representadas tanto pela renda domiciliar *per capita* quanto pela posse de bens duráveis – avançaram mais do que a provisão de serviços públicos essenciais por parte do Estado.

**FIGURA 1.11**

*Posse de bens duráveis e acesso a serviços públicos essenciais, 1992-2012*




*Notas: Conjunto básico de bens= telefone (fixo ou celular), televisão em cores, fogão com duas bocas ou mais, geladeira, rádio e máquina de lavar. Conjunto básico de serviços= eletricidade + coleta de lixo (direta ou indireta) + esgotamento sanitário (rede geral ou fossa séptica ligada à rede) + água (rede geral). Exclusive áreas rurais da região Norte (exceto Tocantins). Valores de 1994, 2000 e 2010 obtidos por interpolação linear.*

*Fonte: IPEA (2013a)*

### 1.4.1.3. Evolução da pobreza e da desigualdade de renda no Brasil

O Brasil apresentava, no início da década de 1990, um dos maiores graus de desigualdade do mundo: a renda média dos 10% mais ricos era quase trinta vezes maior que a renda média dos 40% mais pobres (BRASIL, 2004a). Todavia, conforme o estudo já mencionado do IPEA (2013a), entre 2011 e 2012, enquanto os 10% mais pobres da população brasileira experimentaram um aumento de 14% nos rendimentos domiciliares *per capita*, o aumento de renda obtido pelos 10% mais ricos foi de 8,3%.

A análise das duas últimas décadas mostra que as pessoas mais pobres foram bastante beneficiadas nos últimos dez anos: enquanto a renda média dos 40% mais pobres aumentou 6,4% ao ano, o aumento anual para os 5% mais ricos foi de 2,4%. Essa evolução foi bastante diversa daquela ocorrida na década anterior: no período 1992-2002, o crescimento da renda dos 5% mais ricos da população superou aquele dos 40% mais pobres (2,87% ao ano contra 2,55%, respectivamente).

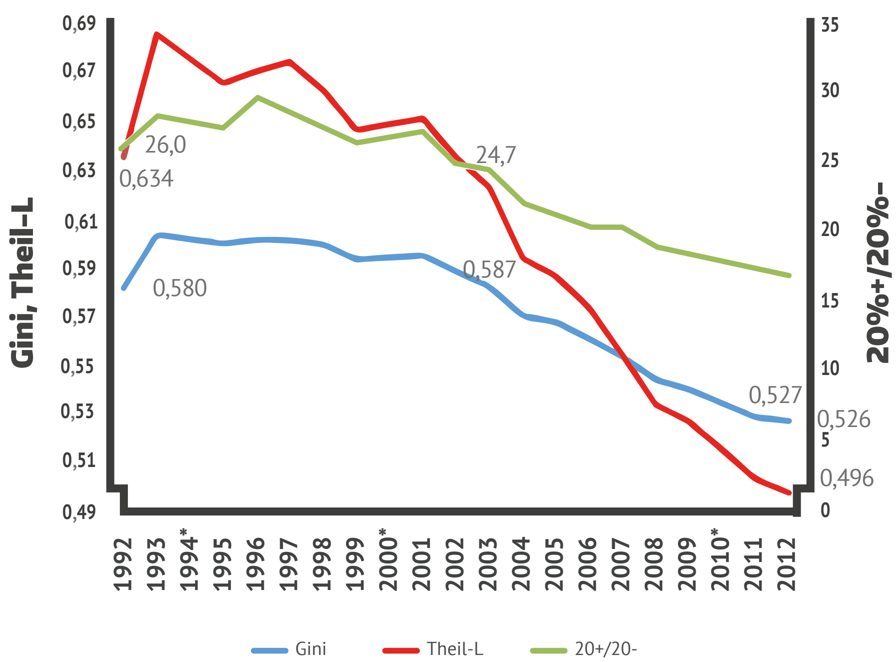
Para uma percepção mais completa da evolução da desigualdade de renda, no entanto, é necessário recorrer ao uso de indicadores sintéticos, sendo os mais notórios o índice de Gini e a medida L de Theil. Ambos são índices que variam entre zero e um, sendo 0 (zero) o caso de uma sociedade perfeitamente igualitária e 1 (um) o caso no

qual apenas um indivíduo recebe toda a renda da sociedade. Em outras palavras, quanto maior o valor do índice, maior a desigualdade de rendimentos.

A Figura 1.12 a seguir mostra a evolução da desigualdade no período 1992-2012. Além dos índices de Gini e de Theil-L (escala no eixo esquerdo do gráfico), mostra-se também a razão 20+/20- (escala no eixo direito), que representa o quanto os 20% mais ricos da população abocanham do bolo de rendimentos em relação aos 20% mais pobres. Quanto maior essa razão, maior a desigualdade.

**FIGURA 1.12**

*Indicadores de desigualdade, 1992-2012*




*Notas: Exclusive áreas rurais da região Norte (exceto Tocantins). Valores de 1994, 2000 e 2010 obtidos por interpolação linear.*

*Fonte: IPEA, a partir dos microdados das Pnads 1992–2012.*

Os dados revelam que, desde 2002, vem diminuindo a desigualdade da renda domiciliar *per capita*, apesar de um dos indicadores – o índice de Gini – ter permanecido praticamente estável na comparação entre 2011 e 2012.

A Tabela 1.2 compara esses indicadores e a razão 10+/40- em pontos específicos das duas últimas décadas. Fica evidente, por meio das variações anuais, a força do processo igualitário que se manifestou no período 2002-2012, depois de uma década de movimento errático no que diz respeito à evolução da desigualdade. Enquanto indicadores como o índice de Gini e a razão 10+/40- apresentaram uma redução consistente nos últimos dez anos, no período anterior, observou-se um pequeno aumento.

**TABELA 1.2**

*Indicadores de desigualdade de anos selecionados*

| INDICADOR | VALOR | | | VARIAÇÃO ANUAL (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1992 | 2002 | 2012 | 1992/2002 | 2002/2012 | 2011/2012 |
| Gini | 0,58 | 0,587 | 0,526 | 0,12 | -1,09 | -0,3 |
| Theil-L | 0,634 | 0,634 | 0,496 | 0 | -2,42 | -1,1 |
| Razão 20+/20- | 26 | 24,7 | 16,8 | -0,51 | -3,78 | -3,4 |
| Razão 10+/40- | 5,3 | 5,5 | 3,8 | 0,37 | -3,63 | -1,4 |

*Notas: Exclusive áreas rurais da região Norte (exceto Tocantins)*

*Fonte: IPEA (2013a)*

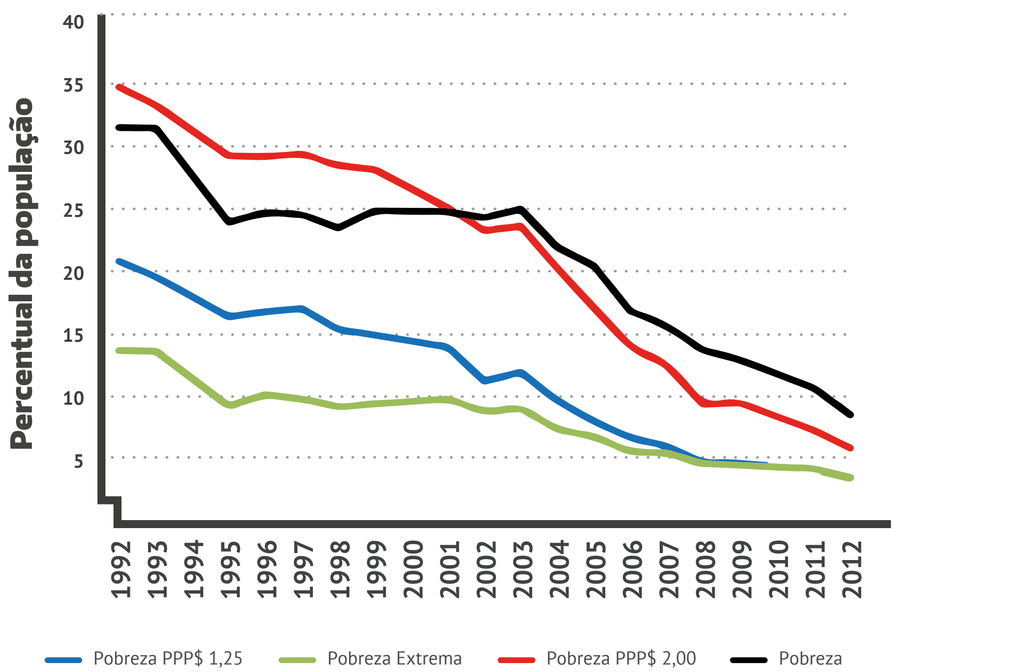
Com relação à pobreza, a Figura 1.13 mostra sua evolução no Brasil entre os anos de 1992 e 2012, medida pela proporção de pobres. Foram consideradas quatro linhas de pobreza distintas: duas delas referentes aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (US$ 1,25 e US$ 2,00 diários, convertidos pela paridade do poder de compra – PPP) e duas delas referentes aos critérios de elegibilidade para acesso a programas federais de transferência de renda (R$ 70,00 e R$ 140,00 mensais, adotados em julho de 2011, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor – INPC).

O Brasil tinha, em 2012, cerca de 6 milhões de pessoas vivendo na extrema pobreza, ou cerca de 3,5% da população, pelos dois critérios de linha de extrema pobreza. A depender do critério adotado com relação à linha de pobreza, conclui-se dez anos antes, havia 10 ou 15 milhões de pessoas vivendo na pobreza, ou entre 5,8% e 8,5% de sua população, respectivamente.

Mais importante do que a diferença de números é a trajetória da pobreza na última década: desde 2004, a pobreza tem diminuído constantemente, resultado tanto do aumento da renda domiciliar *per capita* quanto da queda da desigualdade observada nesse período.

**FIGURA 1.13**

*Evolução da pobreza segundo a proporção de pobres, 1992-2012*




*Notas: Exclusive áreas rurais da região Norte (exceto Tocantins). Valores de 1994, 2000 e 2010 obtidos por interpolação linear.*

*Fonte: IPEA (2013a)*

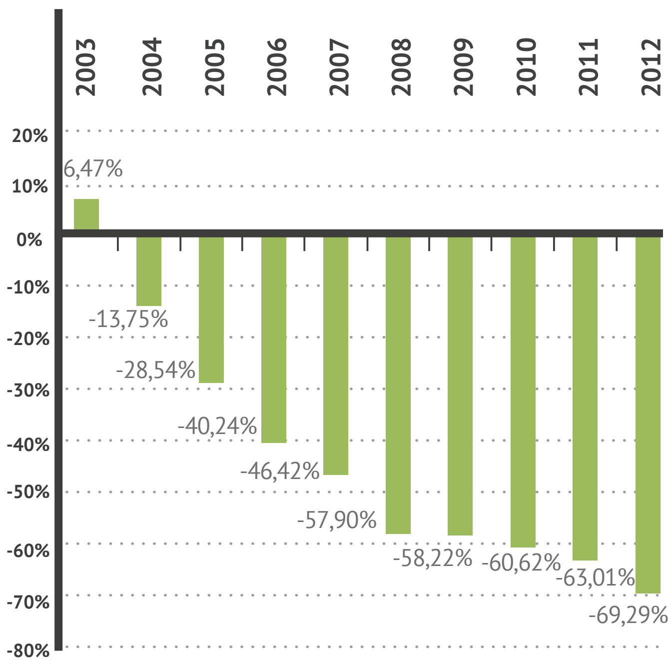
Na comparação entre as décadas, o período de maior redução da pobreza ocorreu entre 2002 e 2012: tomando a linha de US$ 1,25 PPP/dia, a redução no número de pessoas na extrema pobreza foi de 10,4% ao ano, contra 4,2% na década anterior. No que se refere à pobreza, a redução foi de 12,1% ao ano no período 2002-2012 em comparação a uma redução de 2,1% no período anterior.

Ao observar as linhas internacionais de pobreza e de extrema pobreza das Metas dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) das Nações Unidas, as duas caem de forma significativa, desde 2002, atingindo com folga a meta já em 2008. De forma independente, o Brasil cumpriu o compromisso de um quarto de século em apenas seis anos. Acumulando até 2012, uma década após, redução de 69,29% na linha de extrema pobreza de US$ 1,25 PPP/dia e 74,8% se é considerada a linha de US$ 2,00 PPP/dia (Figuras 1.14 e 1.15)[11].

*11 Para o primeiro ODM, são consideradas extremamente pobres as pessoas que vivem com menos de US$ PPP 1,25 por dia, ou US$ PPP 38,00 por mês. Os chamados fatores de Paridade de Poder de Compra (Purchasing Power Parity - PPP) são uma taxa de conversão, calculada pelo Banco Mundial, de quantos reais são necessários para adquirir os mesmos produtos que um dólar americano compraria nos Estados Unidos. Em 2012, a linha de pobreza extrema internacional correspondia a R$ 2,36 por dia, ou R$ 71,75 por mês no Brasil. O valor de R$ 70,00 corresponde ao que mais se aproxima de uma linha nacional de extrema pobreza, orientadora, por exemplo, do Plano Brasil sem Miséria, criado em junho de 2011, e do qual passou a fazer parte o Programa Bolsa Família (PBF). Recentemente, por meio do Decreto nº 8.232, de 30 de abril de 2014, este valor foi atualizado para R$ 77,00 a partir de junho de 2014.*

**FIGURA 1.14**

*Variação acumulada da pobreza desde 2002 – US$ 1,25 PPP/dia*

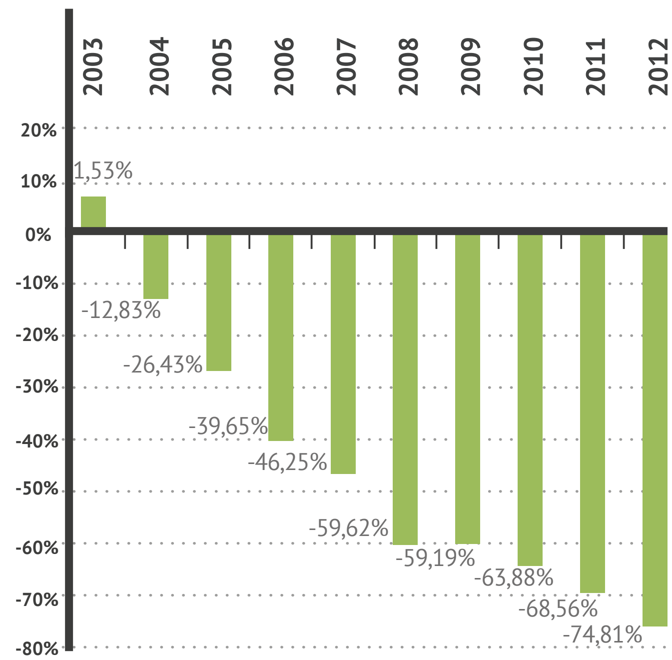



*Notas: Exclusive áreas rurais da região Norte (exceto Tocantins). Valores de 1994, 2000 e 2010 obtidos por interpolação linear.*

*Fonte: IPEA (2013a).*

**FIGURA 1.15**

*Variação acumulada da pobreza desde 2002 – US$ 2,00 PPP/dia*




*Notas: Exclusive áreas rurais da região Norte (exceto Tocantins). Valores de 1994, 2000 e 2010 obtidos por interpolação linear.*

*Fonte: IPEA (2013a).*

Em suma, destaca-se que a partir dos dados de 2012, o Brasil foi um dos países que mais contribuíram para o alcance global da primeira meta dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM): acabar com a fome e a miséria, à medida que conseguiu reduzir a pobreza extrema a menos de um sétimo do nível de 1990. Ademais, originalmente, a intenção era reduzir até 2015 a pobreza extrema e a fome à metade do nível de 1990, meta acordada internacionalmente por meio dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, porém o Brasil resolveu adotar metas mais rigorosas que a global, a redução da pobreza extrema a um quarto do nível de 1990 e a erradicação da fome. Em 2012, considerando os indicadores escolhidos pela ONU para monitoramento do primeiro ODM, o Brasil já havia alcançado tanto as metas internacionais quanto as nacionais.

Conforme já destacado, a redução da desigualdade de renda foi importante contribuição para a queda da taxa de pobreza extrema no Brasil. Visto de outra forma, houve significativa transferência de renda entre a fatia 20% mais rica da população brasileira para a camada intermediária da distribuição. Em outras palavras, a camada intermediária recebeu a maior parte da parcela de 8% da renda nacional perdida pelos 20% mais ricos, no período de 1990 a 2012 (IPEA, 2014).

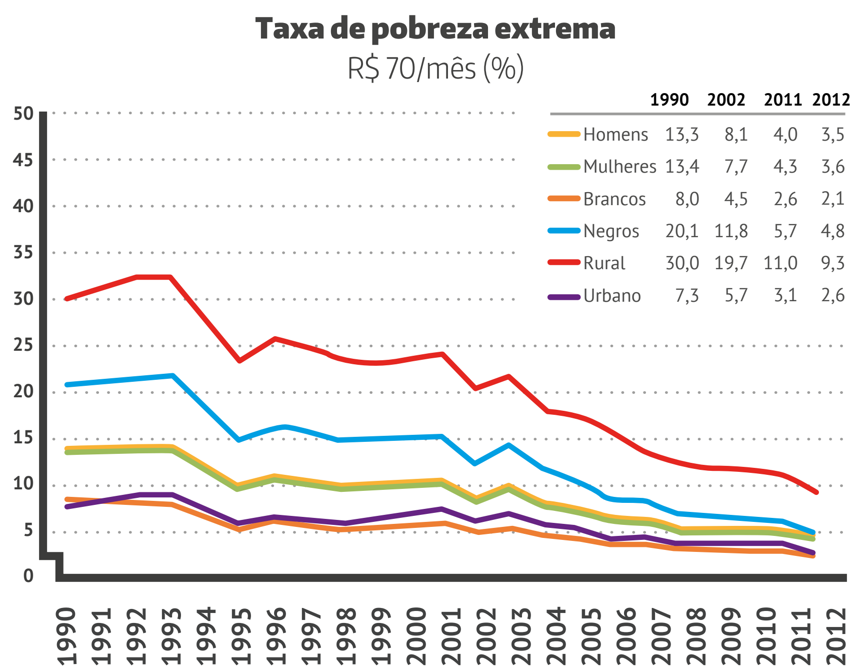
Um olhar sobre a evolução do comportamento de queda da taxa de pobreza extrema brasileira desagregada por grupos sociais revela que ela foi (virtualmente) erradicada entre os idosos. Responde por esse resultado um amplo conjunto de políticas sociais voltadas para esse público, como, por exemplo, a expansão do Benefício de Prestação Continuada (BPC) ou da Previdência Rural. No caso das crianças, com idade entre 0 e 6 anos, portanto, na faixa da primeira infância, a taxa de pobreza extrema diminuiu de 21,3% em 1990 para 6,0% em 2012. Com relação à desigualdade racial, houve redução no período. Em 1990, a chance de negros serem

extremamente pobres era cerca de três vezes maior que a dos brancos. Em 2012, a probabilidade da extrema pobreza entre os negros ainda era o dobro da verificada na população branca. Explica esse fato, que, apesar da melhoria, há ainda bastante a se avançar no combate à desigualdade racial no Brasil, cujos determinantes residem na desigualdade educacional, principalmente.

Um fato digno de destaque é que, diferentemente do que ocorre em outros países, no Brasil não existe desigualdade nas taxas de pobreza extrema entre homens e mulheres (Figura 1.16). Isso não quer dizer, entretanto, que a experiência da pobreza extrema vivenciada pelas mulheres não seja influenciada pelas relações assimétricas de gênero.

**FIGURA 1.16**

*Evolução da taxa de pobreza extrema brasileira conforme desagregação socioespacial*



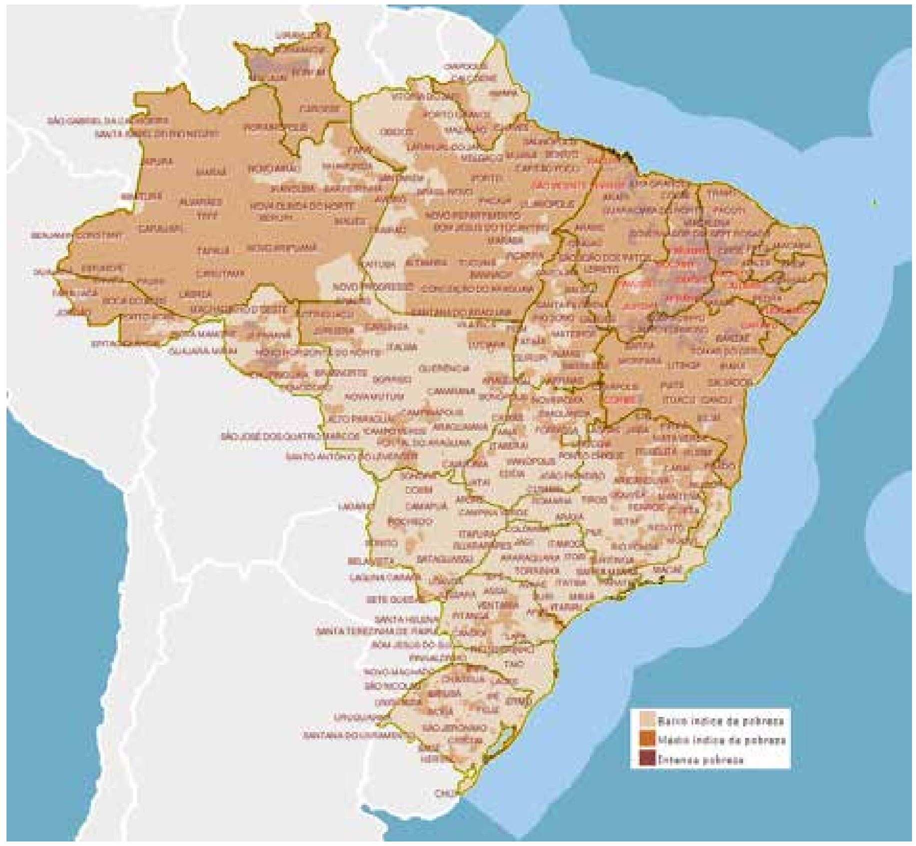

| | 1990 | 2002 | 2011 | 2012 |
|---|---|---|---|---|
| Homens | 13,3 | 8,1 | 4,0 | 3,5 |
| Mulheres | 13,4 | 7,7 | 4,3 | 3,6 |
| Brancos | 8,0 | 4,5 | 2,6 | 2,1 |
| Negros | 20,1 | 11,8 | 5,7 | 4,8 |
| Rural | 30,0 | 19,7 | 11,0 | 9,3 |
| Urbano | 7,3 | 5,7 | 3,1 | 2,6 |

*Fonte: IPEA (2014)*

No meio rural, a queda da taxa de pobreza extrema foi mais acentuada no período, *vis-à-vis* o meio urbano, 20,7 pontos percentuais contra 4,7. Todavia, como a pobreza rural é bem mais presente que no meio urbano, ainda assim, em 2012, a taxa no meio rural (9,3%) é superior à taxa do meio urbano (2,6%), conforme destacado na Figura 1.16.

Ainda em termos espaciais, a região Nordeste do Brasil é a área com maior incidência de extremamente pobres, 7,3% da população local. Mas no período em investigação, 1990-2012, a taxa saiu do patamar inicial de 28,5%. O Nordeste é uma região que precisará de atenção especial das políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas globais porque congrega vulnerabilidade social com vulnerabilidade climática. É uma área que atualmente já apresenta condições climáticas adversas e que poderão piorar, especialmente em sua parte semiárida, conforme têm informado os modelos de previsão climáticos brasileiros e internacionais. As mudanças climáticas trazem implicações para a agricultura da região e, dessa forma, também para o abastecimento alimentar e a segurança alimentar e nutricional das famílias presentes nesse território (Figura 1.17). As áreas mais escuras, de intensa pobreza, correspondem a municípios localizados no semiárido nordestino.

**FIGURA 1.17**
*Distribuição da incidência da pobreza no território brasileiro*



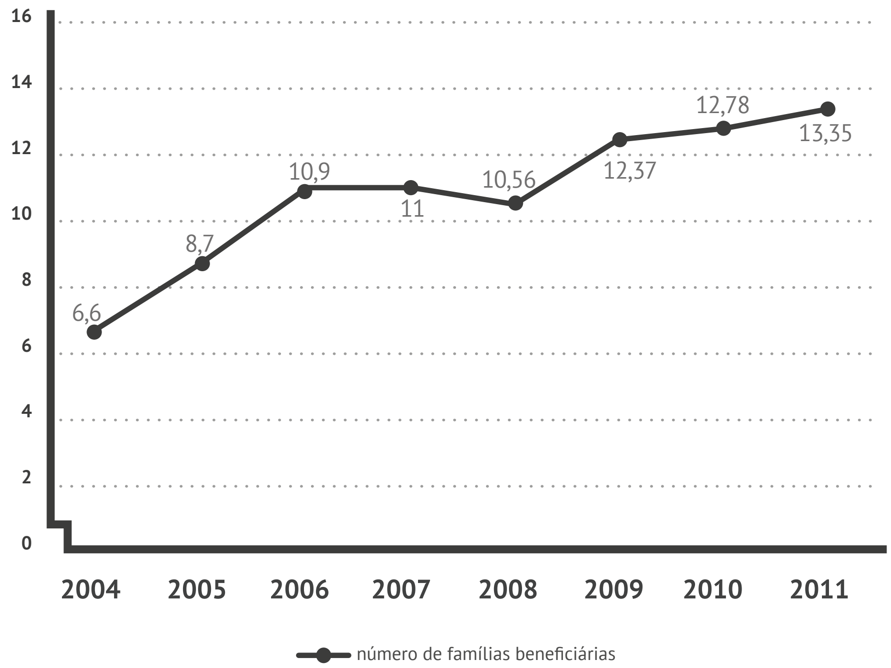

*Fonte: IPEA (2014) com dados do Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome*[12]

A resistência à diminuição da desigualdade de renda brasileira na década de 1990 e seu posterior período de queda acentuada suscitou, no passado, investigações a respeito dos determinantes da referida redução. Na ocasião, estudo de renomado especialista mundial em desigualdade e pobreza, em parceria com os seus colegas (BARROS et al., 2006), demonstrou que as transferências de renda governamentais foram responsáveis por 1/3 da queda da desigualdade de renda observada no período 2001-2004, o que comprova a relevância dessa atuação governamental, que foi reforçada no ano de 2004 com a criação e expansão gradativa do grau de cobertura do Programa Bolsa Família (Figura 1.18). É importante observar que a renda das famílias não foi apenas impactada positivamente pelas transferências governamentais, as melhorias no mercado de trabalho, com valorização do salário mínimo, das condições de acesso a postos de trabalho e da produtividade do trabalhador, contribuíram para que as famílias auferissem maior renda do trabalho.

12 *Disponível em: http://mapas.ipea.gov.br*

**FIGURA 1.18**

*Número de famílias brasileiras beneficiárias pelo Programa Bolsa Família (em milhões)*




*Fonte: IPEA (2013b)*

Desde a década de 1990, a desigualdade de rendimento do trabalho vem declinando, mas no período em investigação (2001-2004) observa-se uma clara aceleração desse declínio. Caso não tivesse ocorrido tal queda da desigualdade de renda do trabalho nesses anos, a queda observada na desigualdade de renda seria 50% inferior. O aumento na produtividade do trabalhador é importante fator que explica as melhorias observadas na desigualdade da renda do trabalho no período.

Uma análise sobre a evolução da produtividade do trabalhador brasileiro no período 1995-2012 revela que, apesar de anos com variações negativas, a trajetória é de crescimento, com acentuação a partir de 2007, quando o aumento dessa produtividade deu-se a uma taxa média de 1,8% ao ano.

Outra informação positiva sobre o mercado de trabalho é que a taxa de ocupação em idade ativa cresceu no período para as faixas etárias de 20 até 64 anos. Nas faixas etárias de 15 a 19 anos e de 65 anos ou mais a taxa de ocupação caiu, em decorrência de maior cobertura do sistema de proteção social para a população idosa e do aumento da escolaridade da população jovem, que passa a permanecer mais tempo na escola, retardando sua inserção produtiva.

Também o nível de formalização oscilou de 1992 até 2005 em torno de 46% da população ocupada. A partir de então passou a se elevar alcançando quase 58% em 2012. Como de modo geral são os trabalhadores com vínculos precários ou inexistentes que permanecem na pobreza extrema, essa melhoria no grau de formalização dos postos de trabalho do país impactou de forma positiva para a redução da pobreza no Brasil.

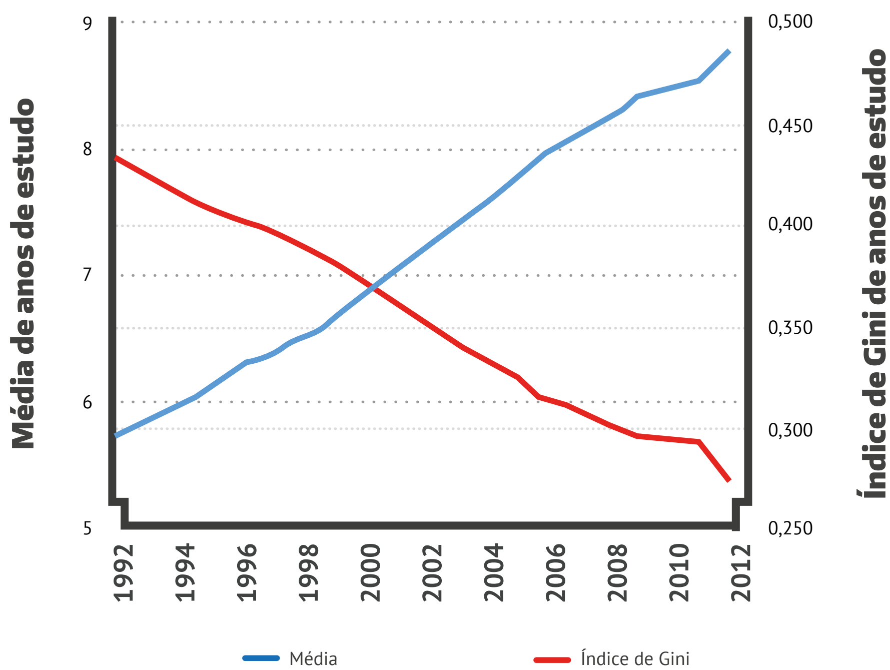
Todavia, não é positivo o caso da taxa de ocupação das mulheres em idade ativa, que é bem menor que a verificada para os homens: 50,3% contra 74,1%, em 2012. Observa-se que quanto mais filhos a mulher possuir, menor a sua taxa de ocupação. Mulheres mães com uma ou mais crianças possuem uma taxa de ocupação de

43,1%. Mulheres com duas ou mais crianças possuem uma taxa de 30,0%. Iniciativas como a já citada Brasil Carinhoso que, entre um conjunto amplo de ações, criou incentivos para os municípios aumentarem a quantidade de vagas nas creches e pré-escolas são relevantes para aumentar as chances de mães ocuparem postos do mercado de trabalho.

Os avanços educacionais foram uma das principais mudanças sociais no Brasil nas duas últimas décadas. Diferentemente do passado, a expansão do acesso ao ensino no país promoveu tanto o aumento da escolaridade média quanto a redução da desigualdade educacional, o que, por sua vez, teve efeitos positivos para a redução da desigualdade de renda brasileira. A Figura 1.19 a seguir corrobora essa afirmação. Em 1992, a força de trabalho brasileira conjugava baixa escolaridade (média de 5,7 anos) com grande desigualdade (Gini de 0,435). Duas décadas depois, a média subiu para 8,8 anos (crescimento de 54%) e o Gini caiu (em 37%) alcançando o patamar de 0,274 (IPEA, 2013a).

**FIGURA 1.19**

*Média e índice de Gini dos anos de estudo da população ocupada remunerada – Brasil, 1992/2012*



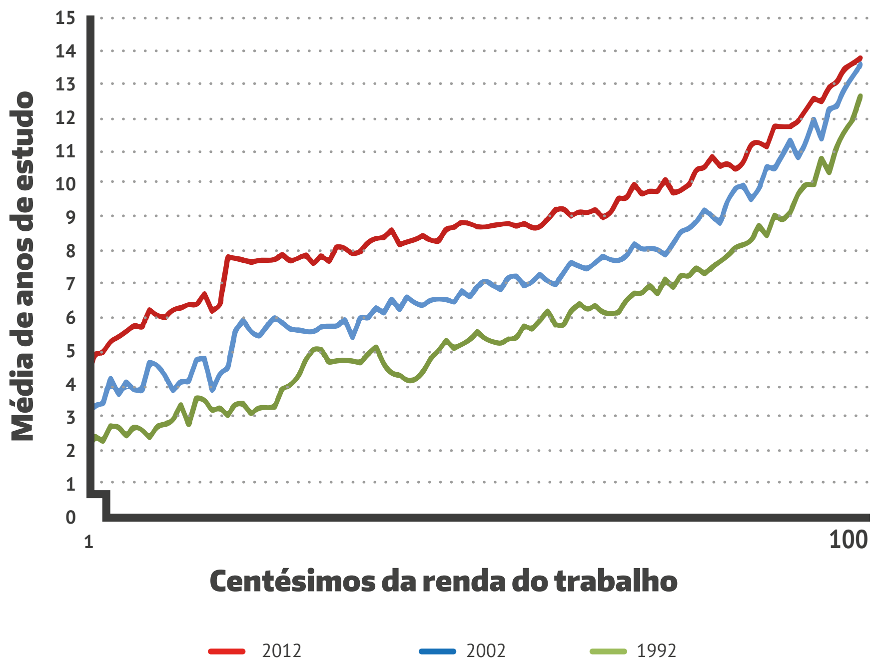

*Nota: Incluem os dados das áreas rurais da Região Norte do Brasil (exceto Tocantins). Os anos de estudos variam entre zero, para quem nunca frequentou a escola, e 15, para quem completou o nível superior. Por definição, quem completa o Ensino Fundamental tem nove anos de estudo, e quem completa o Ensino Médio onze anos de estudo.*

*Fonte: IPEA (2013a)*

Uma análise da evolução da escolaridade média do trabalhador brasileiro, conforme os centésimos da distribuição da renda do trabalho, revela ainda mais a qualidade positiva dos avanços educacionais vivenciados no país (Figura 1.20). Desde 1992, pode-se perceber grande melhora educacional ao longo de toda a distribuição de renda, em especial entre os mais pobres. Em 1992, apenas os 15% mais ricos tinham média superior a oito anos de estudo. Em 2012, apenas o terço mais pobre da distribuição estava abaixo desse patamar de escolaridade.

**FIGURA 1.20**

*Médias de anos de estudo por centésimos da renda do trabalho – Brasil, 1992, 2002, 2012*




*Nota: Incluem os dados das áreas rurais da Região Norte do Brasil (exceto Tocantins).*

*Fonte: IPEA (2013a)*

## 1.4.1.4. Perfil da saúde no Brasil

Esta seção tem por objetivo apresentar um breve perfil da saúde no Brasil, focalizando as características epidemiológicas, a demanda e a oferta de serviços de saúde, bem como os gastos realizados.

### *Mortalidade infantil e saúde materna*

À frente de muitos países, o Brasil já alcançou a meta de redução da mortalidade na infância[13] acordada junto aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. A taxa passou de 53,7 em 1990 para 17,7 óbitos por mil nascidos vivos em 2011. Porém, o nível da mortalidade ainda é elevado. Por essa razão, muita ênfase tem sido dada no Brasil às políticas, programas e ações que contribuem para a redução da mortalidade na infância, como a criação desde 1981 do Programa Nacional de Aleitamento Materno e a adesão a partir de 1992 à Iniciativa Hospital Amigo da Criança[14], criada pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS). De 1990 a 2011, houve também redução na desigualdade regional. A taxa diminuiu em todas as regiões do

*13 Taxa de mortalidade entre crianças menores de 5 anos. Essa taxa expressa a frequência de óbitos nessa faixa etária para cada mil nascidos vivos, ou seja, estima o risco de morte durante os cinco primeiros anos de vida.*

*14 A Iniciativa Hospital Amigo da Criança foi idealizada em 1990 pela OMS e pelo UNICEF para promover, proteger e apoiar o aleitamento materno. O objetivo é mobilizar os funcionários dos estabelecimentos de saúde para que mudem condutas e rotinas responsáveis pelos elevados índices de desmame precoce. Atualmente o Brasil conta com uma rede de 321 Hospitais Amigos da Criança, 212 bancos de leite humano e 128 postos de coleta.*

Brasil, verificando-se um ritmo mais acelerado no Nordeste (redução de 76%, a uma média de 6,6% ao ano). Em 1990, a mortalidade na região Nordeste era 2,5 vezes maior que a do Sul, diferença que foi reduzida para 1,6 vezes em 2011 (IPEA, 2014).

A taxa de mortalidade infantil no país caiu de 47,1 para 15,3 óbitos por mil nascidos vivos entre 1990 a 2011. De 1990 a 2011, as diferenças entre as taxas de mortalidade infantil das regiões Nordeste e Sul foram diminuindo gradativamente. O índice da região Nordeste, que era superior a 70 óbitos de menores de 1 ano por mil nascidos vivos, reduziu em média 6,6% ao ano, chegando a menos de 20 óbitos por mil nascidos vivos em 2011 (IPEA, 2014).

As melhorias das condições sanitárias e sociais, além das mudanças demográficas, são responsáveis pelo melhor desempenho dos indicadores de mortalidade infantil. Todavia, também foram relevantes a implantação de um sistema de saúde universal, o Sistema Único de Saúde (SUS), após a Constituição Federal de 1988, e a ampliação das coberturas de atenção básica, principalmente por meio da estratégia de Saúde da Família.

O Programa Saúde da Família (PSF) foi desenhado para prestar assistência contínua nas especialidades básicas a uma população atendida por meio de equipes de saúde da família. Essa equipe multiprofissional, composta por médico, enfermeiro, técnico ou auxiliar de enfermagem e agentes comunitários de saúde, é responsável pelas ações básicas de promoção, prevenção, diagnóstico precoce, tratamento e reabilitação, características da atenção primária. Enquanto que em 1995 a estratégia Saúde da Família era adotada por 115 municípios, em dezembro de 2013 já estava presente em mais de 95% das cidades brasileiras.

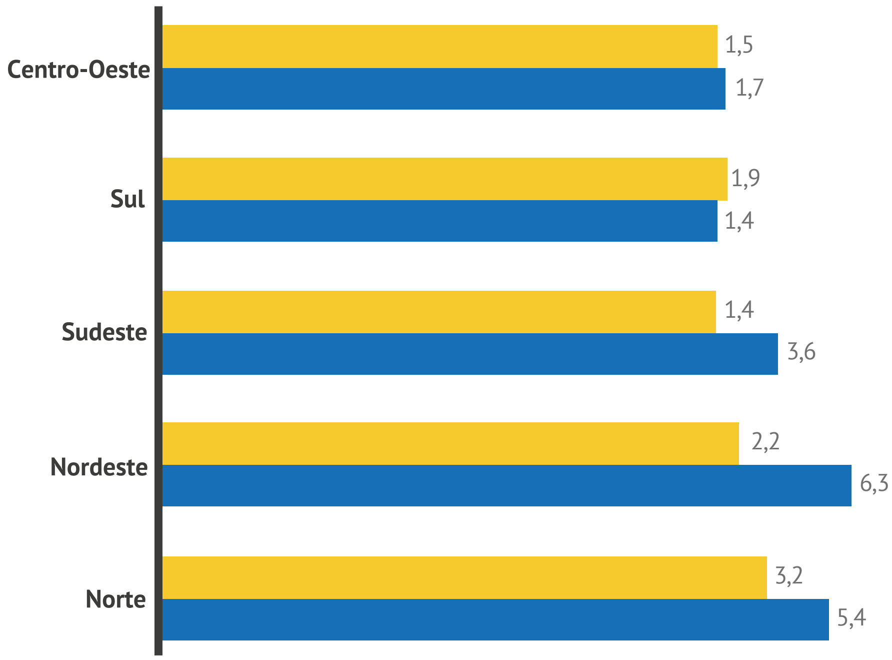
A atenção pré-natal é um fator importante para a redução da taxa de mortalidade infantil e também da taxa de mortalidade materna. De 1990 a 2011, a taxa de mortalidade materna brasileira caiu em 55%, passando de 141 para 64 óbitos por 100 mil nascidos vivos. Ademais, em 2011, 99% dos partos foram realizados em hospitais ou outros estabelecimentos de saúde e por volta de 90% das gestantes fizeram quatro ou mais consultas pré-natais.

### *Desnutrição infantil*

O Brasil conseguiu resultado expressivo na redução da prevalência da desnutrição infantil em crianças menores de cinco anos, que é um indicador de condição da saúde infantil, mas também uma *proxy* da fome. Entre 1989 e 2006, a prevalência de desnutrição infantil, medida como peso abaixo do esperado para a idade, foi reduzida a um quarto do valor inicial: de 7,1% para 1,8%, mas essa média esconde alguma desigualdade regional (Figura 1.21) e social. Em 2006, enquanto entre os 20% mais ricos essa taxa é de 1,2%, entre os 20% mais pobres ela é de 3,7%. Uma taxa inferior a 2,3% significa que pode ser considerada a desnutrição aguda entre as crianças estatisticamente erradicada (IPEA, 2014).

**FIGURA 1.21**

*Taxa da desnutrição na infância no Brasil (em %), peso abaixo do esperado para a idade*




*Fonte: IPEA (2014)*

Os principais fatores que explicam as melhorias observadas no Brasil para os indicadores de desnutrição infantil são: aumento da escolaridade materna, maior oferta dos serviços básicos de saúde, expansão do acesso à água potável e ao esgotamento sanitário, crescimento do poder aquisitivo das famílias.

## *Demanda e oferta dos serviços de saúde*[15]

A demanda por serviços de saúde está associada ao grau de desenvolvimento do país e à própria oferta desses serviços pela sua rede de saúde. As taxas de utilização dos serviços de saúde são crescentes segundo o nível de renda. Além disso, constata-se que, quanto maior a renda familiar *per capita*, maior o percentual de pessoas que pagam pelos serviços de saúde utilizados, sendo próximo a 60% nas classes de renda familiar *per capita* superior a dois salários mínimos mensais.

Nesses últimos vinte anos, o Sistema Único de Saúde (SUS) avançou na ampliação da cobertura, na redução das desigualdades de acesso aos serviços de saúde e nos processos de descentralização de responsabilidades do governo federal para os demais entes federados. A Constituição Federal de 1988 previu a participação do setor privado no sistema de saúde. Essa participação materializa-se na provisão para o SUS, pela prestação direta de serviços para a população e na assistência mediada pelo segmento de planos e seguros de saúde. Assim, parte da população brasileira tem acesso às ações e aos serviços de saúde tanto com financiamento público quanto com financiamento privado.

Em 24 de outubro de 2011, foi divulgada pelo Ministério da Saúde a nova Política Nacional de Atenção Básica (PNAB), com o propósito de revisar algumas diretrizes e normas da edição anterior. As principais alterações foram:

*15 Trechos desta seção foram extraídos quase em sua íntegra da publicação já citada anteriormente, "Políticas Sociais: acompanhamento e análise", nº 21, publicada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, em 2013.*

o reconhecimento de outras formas de organização da atenção básica para além da estratégia de Saúde da Família; a incorporação de políticas voltadas para grupos populacionais específicos; inclusão de estratégias de promoção da atividade física; mudanças no sistema de financiamento.

Com essas novas medidas, a PNAB reconheceu a multiplicidade de formas de organização da Atenção Básica à Saúde, vinculou as equipes de consultório de rua à atenção básica, criou equipes de saúde da família ribeirinha (ESFR) e equipes de saúde da família fluvial (ESFF), que utilizam unidades fluviais para prestar assistência a comunidades remotas da Amazônia Legal e do Pantanal sul-mato-grossense. Também realizou investimentos para a criação de polos de Academia da Saúde, atrelados ao Programa Academia da Saúde, reconhecendo que a inatividade física aumenta o risco de desenvolver diversas doenças crônicas e o risco de morte prematura. Vale destacar que políticas de promoção da saúde voltadas ao incentivo à atividade física estão incorporadas também ao Programa Saúde na Escola (PSE), que é uma política intersetorial dos ministérios da Saúde e da Educação, criado em 2007.

A Rede Cegonha foi criada em 2011 com o objetivo de reduzir a mortalidade materna e neonatal. Os recursos destinados ao desenvolvimento da Rede Cegonha são empregados no reforço à rede hospitalar convencional, especialmente relacionada à obstetrícia de alto risco, à criação de novas estruturas de assistência, a exemplo dos Centros de Parto Normal[16], e à qualificação dos profissionais de saúde (IPEA, 2014).

Recentemente o atendimento ao usuário de drogas passou a ser reconhecido também como um problema de saúde pública. Assim, a Rede de Atenção Psicossocial passou a buscar uma melhor integração dos serviços de atenção à saúde para não apenas os portadores de transtornos mentais, como também para usuários de drogas e álcool. Nesse caso, a Rede de Atenção Psicossocial inclui serviços de atenção básica que são prestados nas Unidades Básicas e também serviços móveis das equipes de consultórios na rua, além de Serviços Residenciais Terapêuticos (SRT).

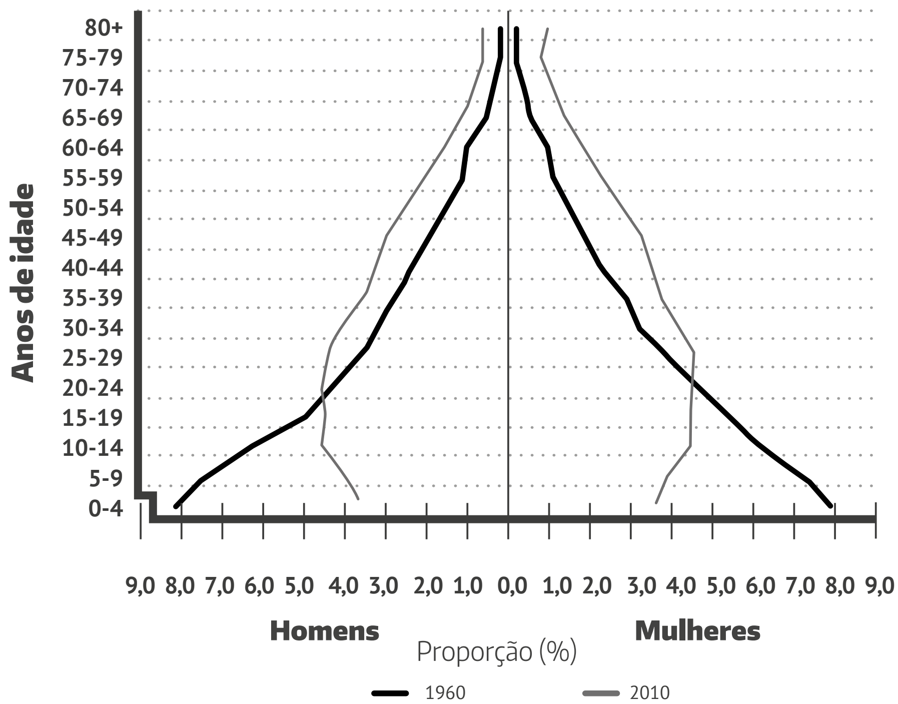
Com o rápido envelhecimento da população brasileira (Figura 1.22) surge a necessidade de intensificar a vigilância em saúde, decorrente da mudança dos padrões de morbidade e mortalidade no Brasil. Houve aumento da ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis, como acidente vascular cerebral, infarto, câncer, diabetes e doenças respiratórias. Em 2010, as doenças crônicas não transmissíveis foram responsáveis por 68% dos óbitos no país. A título de exemplo e comparação com relação à velocidade das mudanças observadas, decorrentes do novo perfil demográfico brasileiro, entre 1998 e 2008, houve um aumento relativo de quase 50% na prevalência de diabetes no Brasil.

Entre os adultos (20-59 anos), as causas externas têm sido as principais causas de morte. Todavia, quando somados os óbitos por câncer (neoplasias) e por doenças do aparelho circulatório, esse conjunto explica a maior parte das mortes dos adultos, refletindo a mortalidade precoce por doenças crônicas no Brasil. Na população idosa, as doenças crônicas não transmissíveis predominam como causa de óbito, com destaque para doenças do aparelho circulatório.

16 *No Brasil, um fator que dificulta a redução da mortalidade materna é o elevado número de partos cesáreos. Em 2011, 54% dos partos realizados em estabelecimentos de saúde do Brasil foram cesáreos. A Organização Mundial de Saúde recomenda que o percentual de cesarianas não ultrapasse a faixa entre 5% e 15% do total de partos.*

**FIGURA 1.22**

*Composição relativa da população residente total, por sexo e grupos de idade – Brasil (1960-2010)*[17]




*Fonte: Censos Demográficos de 1960 a 2010 – IBGE (IPEA, 2013b)*

Para atender às novas necessidades de demanda dos serviços de saúde no Brasil, decorrentes da mudança no perfil da morbidade e mortalidade da população brasileira, o sistema de saúde brasileiro ampliou o número de estabelecimentos, apesar do decréscimo observado recentemente no número de leitos. Esse movimento foi realizado priorizando-se a diretriz de descentralização, regionalização e municipalização da Política Nacional de Saúde.

### 1.4.1.5. Acesso aos serviços de saneamento básico

A melhoria das condições de saneamento básico no Brasil é um fator importante que explica as melhorias observadas em alguns dos indicadores de saúde anteriormente retratados. Esta seção faz uma breve síntese dos avanços observados no período recente, tomando como base as estatísticas publicadas pelo Censo Demográfico 2010 e 2000 do IBGE.

No período entre esses dois censos, a infraestrutura de saneamento básico apresentou melhorias no abastecimento de água por rede geral, no esgotamento por rede geral e fossa séptica, e na coleta de lixo dos domicílios. As regiões menos desenvolvidas do país apresentaram crescimentos significativos no período, embora os avanços alcançados na prestação de serviços de saneamento básico não tenham sido suficientes para diminuir as desigualdades regionais no acesso às condições adequadas, sobretudo se forem comparados os moradores de domicílios localizados nas áreas rurais com os das áreas urbanas.

17 *Explica a mudança no perfil demográfico brasileiro o efeito combinado da queda da taxa de natalidade e fecundidade, que em 2013 são da ordem de 13,82 (por mil habitantes) e 1,64 filhos. Além da elevação da esperança de vida ao nascer para 74,23 anos.*

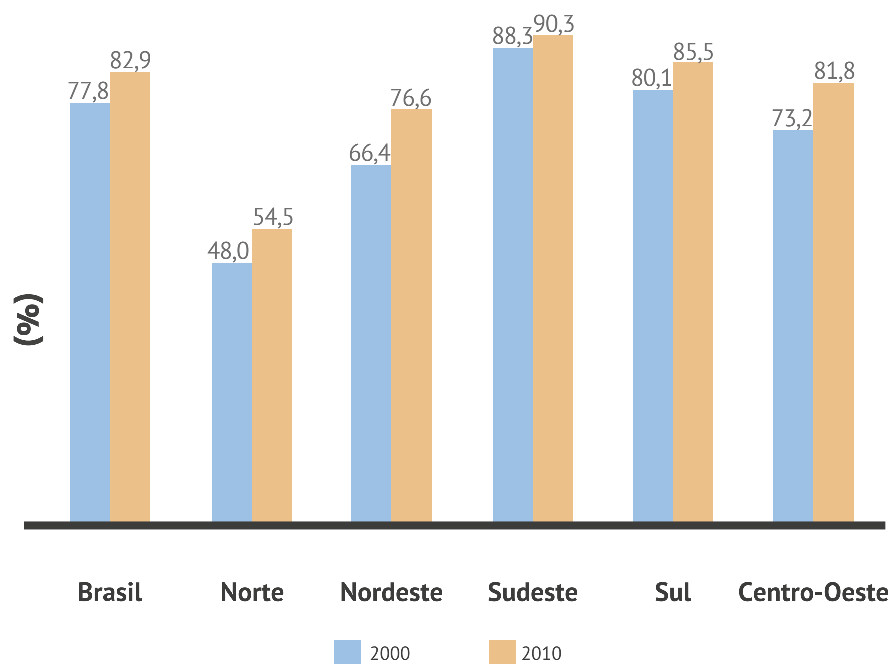
### *Abastecimento de água*

A prestação de serviço de abastecimento de água por rede geral está associada à melhor qualidade de vida dos moradores em domicílios particulares permanentes por representar maior grau de conforto e, por princípio, tratar-se de um fornecimento de água de melhor qualidade.

O crescimento do serviço de abastecimento de água por rede geral ocorreu em todas as grandes regiões do país, embora de forma desigual (Figura 1.23). As regiões Sudeste e Sul, em 2010, continuaram sendo as que tinham os maiores percentuais de domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água (90,3% e 85,5%, respectivamente), em contraste com as regiões Norte e Nordeste, que, apesar dos avanços, continuaram com os percentuais mais baixos (54,5% e 76,6%, respectivamente).

**FIGURA 1.23**

*Proporção de domicílios particulares permanentes com rede geral de abastecimento de água segundo as grandes regiões do Brasil*




*Fonte: Censo Demográfico 2000/2010 (IBGE, 2011)*

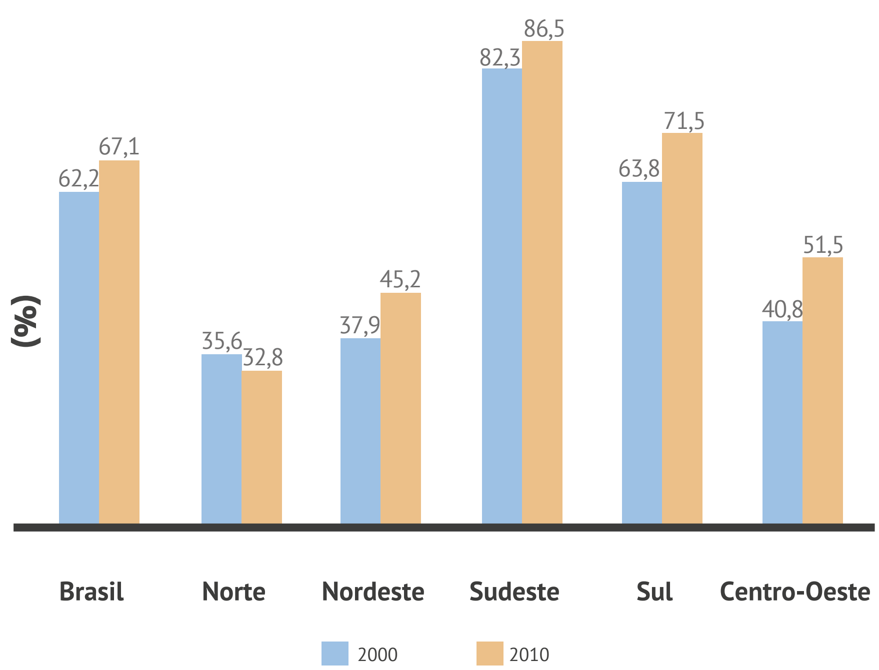
Em 2000, a cobertura das áreas urbanas que apresentavam domicílios ligados à rede de abastecimento acima de 90% era restrita às regiões Sudeste e Sul. Em 2010, ela amplia-se também para o Nordeste (90,5%) e Centro-Oeste (90,0%). A expansão da rede geral de abastecimento de água deu-se de forma significativa em direção às áreas rurais. Na região Sul, a proporção de domicílios rurais com abastecimento por rede passou de 18,2%, em 2000, para 30,4%, em 2010. Na região Nordeste, no mesmo período, o crescimento da proporção de domicílios rurais com rede geral foi ainda maior (18,7% e 34,9%, respectivamente). A região Norte, com a menor proporção de domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água em 2010 (54,5%), apresentou um crescimento proporcional, em relação ao ano de 2000 mais acelerado na área rural do que na urbana: na rural foi um aumento de 7,9 pontos percentuais, enquanto no urbano foi de 3,7 pontos percentuais.

### *Esgotamento sanitário*

Das condições de saneamento básico, o esgotamento sanitário é o que apresenta o mais longo caminho a ser percorrido para atingir índice satisfatório que possa garantir melhorias nas condições de moradia e de saúde da população brasileira, bem como preservar a qualidade do meio ambiente. No decorrer dos dez anos entre os Censos Demográficos aumentou a proporção de domicílios ligados à rede geral de esgoto ou com fossa séptica em quatro das cinco grandes regiões do país. A região Norte apareceu como exceção, em que o aumento de 2,0 pontos percentuais na área rural não foi suficiente para compensar a queda de 6,1 pontos percentuais ocorrida nas áreas urbanas. A região Sudeste continuou com as melhores condições de esgotamento sanitário, passando de uma cobertura de 82,3% dos domicílios, em 2000, para 86,5%, em 2010, com maior concentração nos domicílios urbanos nos dois períodos. Segue-se a região Sul, que passou de 63,8% para 71,5% dos domicílios com esgotamento adequado. A região Centro-Oeste apresentou o maior crescimento de domicílios com rede geral ou fossa séptica no período, acima de 10 pontos percentuais. A despeito da melhoria das condições de esgotamento sanitário, a região Centro-Oeste tinha pouco mais da metade de seus domicílios com saneamento adequado (51,5%) e as regiões Norte e Nordeste apresentaram patamares ainda mais baixos (32,8% e 45,2%, respectivamente). Nessas regiões, as fossas rudimentares eram a solução de esgotamento sanitário tanto para domicílios urbanos quanto para rurais (Figura 1.24).

**FIGURA 1.24**

*Proporção de domicílios particulares permanentes com rede geral de esgoto e fossa séptica segundo as grandes regiões do Brasil*



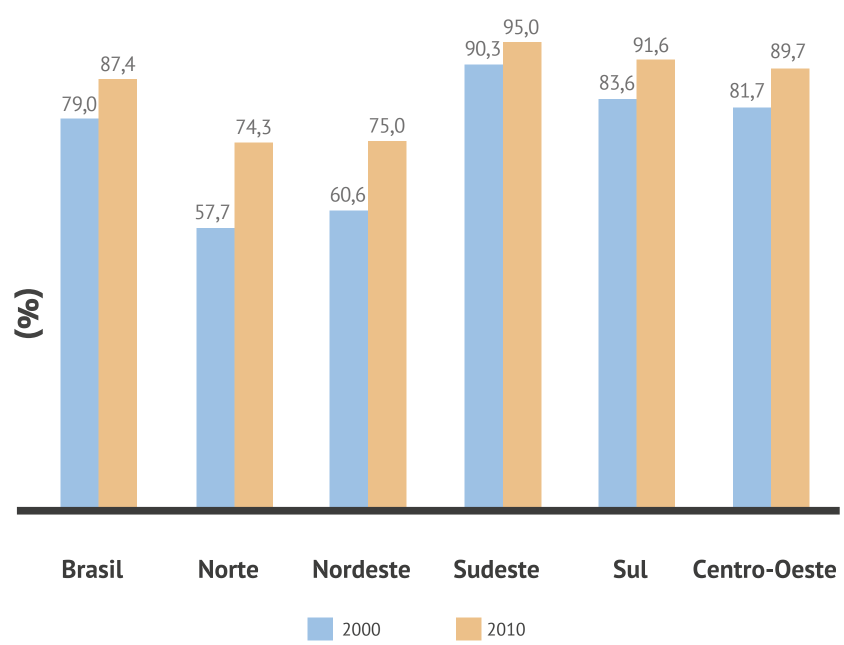

*Fonte: Censo Demográfico 2000/2010 (IBGE, 2011)*

## Coleta de lixo

Como os demais serviços de saneamento, a coleta de lixo aumentou no período entre os Censos Demográficos em todas as regiões, chegando a 2010 com uma ampla cobertura: a mais abrangente encontrava-se na região Sudeste (95%), seguida da região Sul (91,6%) e da região Centro-Oeste (89,7%). As regiões Norte e Nordeste, que tinham menor cobertura, foram as que apresentaram crescimento mais alto no período, um aumento de 16,6 pontos percentuais e 14,4 pontos percentuais, respectivamente (Figura 1.25). Nas áreas urbanas de todas as grandes regiões, o serviço de coleta de lixo dos domicílios estava acima de 90%, variando de 93,6% na região Norte a 99,3% na região Sul. Nas áreas rurais do país, o serviço de coleta ampliou-se em comparação a 2000, passando de 13,3% para 26,9% em 2010.

**FIGURA 1.25**

*Proporção de domicílios particulares permanentes com coleta de lixo segundo as grandes regiões do Brasil*




*Fonte: Censo Demográfico 2000/2010 (IBGE, 2011)*

## Energia elétrica

Pela primeira vez, o IBGE inclui no Censo Demográfico a investigação do fornecimento de energia elétrica para toda a população, permitindo confirmar a abrangência desse serviço aos domicílios do país, quadro que vinha demonstrando-se tanto na amostra do Censo Demográfico de 2000 quanto nas pesquisas domiciliares da década.

Em 2010, dos serviços prestados aos domicílios, a energia elétrica foi a que apresentou a maior cobertura (97,8%), principalmente nas áreas urbanas (99,1%), mas também com forte presença na área rural (89,7%). Com exceção das áreas rurais da Região Norte, onde apenas 61,5% dos domicílios tinham energia elétrica fornecida por companhias de distribuição, as demais grandes regiões do país, tanto urbanas quanto rurais, apresentaram uma

cobertura acima de 90%, variando de 90,5% nas áreas rurais da região Centro-Oeste a 99,5% nas áreas urbanas da região Sul.

O Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica (Luz para Todos), instituído pelo Decreto nº 4.873/2003 foi um forte impulso para a expansão da energia elétrica no meio rural. Criado com o desafio de acabar com a exclusão elétrica no Brasil, ele estabeleceu como meta levar o acesso à energia elétrica, gratuitamente, para mais de 15,3 milhões de pessoas do meio rural até novembro de 2014.

## 1.4.2. Economia

A década de 1990 apresentou um baixo crescimento da economia, tendo, inclusive, apresentado queda no Produto Interno Bruto (PIB) por habitante no seu período inicial. Os primeiros anos dessa década foram marcados no Brasil por um forte processo inflacionário, com taxas mensais de dois dígitos, que só foi debelado a partir de julho de 1994 com a adoção do Plano Real, que criou uma nova moeda, o real, e instituiu um novo regime monetário e cambial. Simultaneamente, o governo federal conduziu um bem-sucedido processo de desindexação da economia com o objetivo de eliminar a memória inflacionária dos agentes econômicos.

Essa nova fase da história econômica brasileira, no entanto, não ficou livre de problemas. Uma série de choques externos colocou em risco a sustentabilidade do Plano Real, levando o governo a usar as políticas monetária e cambial no sentido de frear o consumo doméstico e apreciar a taxa de câmbio (NEUTZLING, 2007).

Em 1999, o Brasil ingressa na era da política de câmbio flutuante, passando a adotar, oficialmente, o regime de metas para a inflação, que consiste em arranjo institucional no qual o compromisso com a estabilidade de preços é o principal objetivo da política monetária. Com isso, o país abandonou o controle estrito sobre a evolução da taxa de câmbio, política conhecida como âncora cambial e que caracterizou a primeira fase do Plano Real.

Os dados de crescimento do PIB no Brasil para a última década demonstram uma elevada volatilidade, apesar de um crescente dinamismo da economia. A partir de 2003, verifica-se uma tendência de crescimento do PIB muito acima do crescimento populacional. Essa tendência confirma-se quando se analisa dados mais recentes publicados pelo Banco Central, que relatam que, para o período 2000-2013, enquanto o PIB *per capita* médio teve um crescimento médio de 1,97%, a população nacional cresceu a uma taxa anual média de 1,14% (Tabela 1.3). Na sessão seguinte, item 1.4, alguns efeitos sociais dessa desvinculação são analisados.

**TABELA 1.3**
*Evolução do PIB e PIB per capita brasileiro*

| | PREÇOS CORRENTES EM R$ | EM MILHÕES DE R$ DO ÚLTIMO ANO | VARIAÇÃO PERCENTUAL REAL | PREÇOS CORRENTES EM MILHÕES DE US$* | POPULAÇÃO EM MIL | *PER CAPITA* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | PREÇOS CORRENTES EM R$ | EM R$ DO ÚLTIMO ANO | VARIAÇÃO PERCENTUAL REAL | PREÇOS CORRENTES EM MILHÕES DE US$* |
| 2000 | 1.179.482.001.000 | 3.193.236 | 4,3 | 644.984 | 173.448 | 6.800 | 18.410 | ... | 3.719 |
| 2001 | 1.302.135.998.000 | 3.235.167 | 1,3 | 553.771 | 175.885 | 7.403 | 18.394 | -0,09 | 3.148 |
| 2002 | 1.477.822.004.000 | 3.321.161 | 2,7 | 504.359 | 178.276 | 8.290 | 18.629 | 1,28 | 2.829 |
| 2003 | 1.699.947.998.000 | 3.359.242 | 1,1 | 553.603 | 180.619 | 9.412 | 18.598 | -0,17 | 3.065 |
| 2004 | 1.941.497.999.000 | 3.551.131 | 5,7 | 663.783 | 182.911 | 10.614 | 19.414 | 4,39 | 3.629 |
| 2005 | 2.147.238.999.000 | 3.663.335 | 3,2 | 882.439 | 185.151 | 11.597 | 19.786 | 1,91 | 4.766 |
| 2006 | 2.369.484.000.000 | 3.808.295 | 4,0 | 1.088.767 | 187.335 | 12.648 | 20.329 | 2,74 | 5.812 |
| 2007 | 2.661.344.001.000 | 4.040.274 | 6,1 | 1.366.544 | 189.463 | 14.047 | 21.325 | 4,90 | 7.213 |
| 2008 | 3.032.203.004.000 | 4.249.221 | 5,2 | 1.650.897 | 191.532 | 15.831 | 22.185 | 4,04 | 8.619 |
| 2009 | 3.239.403.999.000 | 4.235.210 | -0,3 | 1.625.636 | 193.544 | 16.737 | 21.882 | -1,37 | 8.399 |
| 2010 | 3.770.084.872.000 | 4.554.277 | 7,5 | 2.143.921 | 195.498 | 19.285 | 23.296 | 6,46 | 10.966 |
| 2011 | 4.143.013.338.000 | 4.678.737 | 2,7 | 2.475.066 | 197.397 | 20.988 | 23.702 | 1,74 | 12.539 |
| 2012 | 4.392.093.997.000 | 4.726.976 | 1,0 | 2.247.285 | 199.242 | 22.044 | 23.725 | 0,10 | 11.279 |
| 2013 | 4.844.815.076.000 | 4.844.815 | 2,5 | 2.243.074 | 201.033 | 24.100 | 24.100 | 1,58 | 11.158 |

** Estimativa do Banco Central*

*Fonte: Banco Central a partir de dados do IBGE*

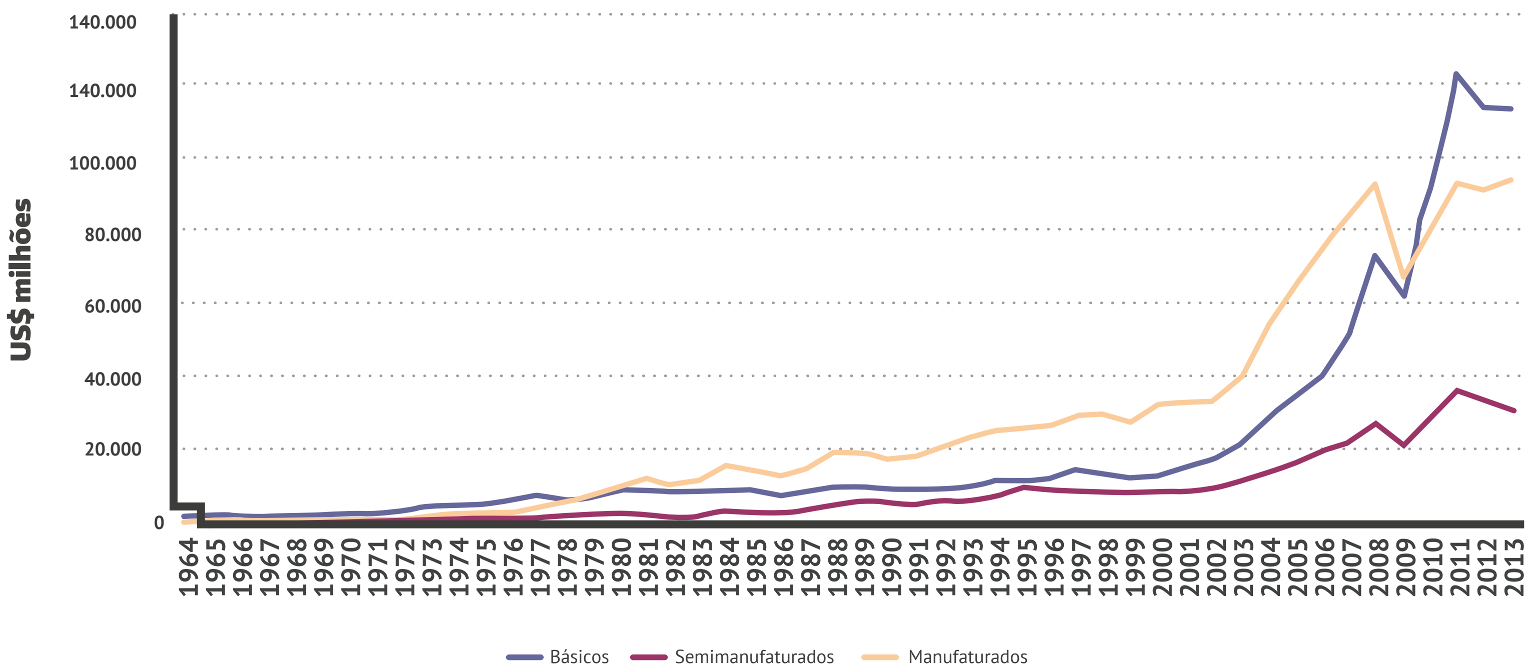
Não obstante, uma análise do período recente, revela que, após apresentar um crescimento de 7,5% do Produto Interno Bruto (PIB) entre 2009 e 2010, a economia brasileira iniciou uma fase de desaceleração do seu crescimento a partir do primeiro trimestre de 2011. Essa desaceleração tem suscitado um grande debate entre economistas e o público em geral sobre as causas desse processo. Uma explicação pelo lado da demanda atribui à ela a contração monetária e fiscal adotada pelo governo no primeiro semestre de 2011, com vistas a manter a inflação sob controle, após um período de forte crescimento econômico e, com isso, criar condições para a redução da taxa básica de juros por meio de uma mudança na política econômica, em que um maior rigor fiscal permitiria à autoridade monetária controlar a inflação com níveis mais baixos de taxa de juros. Outra explicação possível para a desaceleração do crescimento da economia brasileira atribui esse fenômeno a fatores de natureza estrutural. Mais especificamente, argumenta-se que, embora existam razões de natureza conjuntural para a desaceleração do crescimento (IBGE, 2013).

Em 2008, pouco antes de eclodir a crise financeira mundial, o comércio exterior brasileiro manteve-se em expansão, possibilitando ao país atingir a 22ª posição entre os principais países exportadores mundiais e a 24ª posição entre os principais importadores (DANTAS et al., 2009).

Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) apontam o crescimento das exportações brasileiras ao longo do tempo, com destaque para a maior participação dos produtos básicos, como *commodities* agrícolas (Figura 1.26). Em 2013, o país obteve mais de 62% de suas divisas internacionais de exportações da categoria "matérias-primas e produtos intermediários" (Figura 1.27).

## FIGURA 1.26

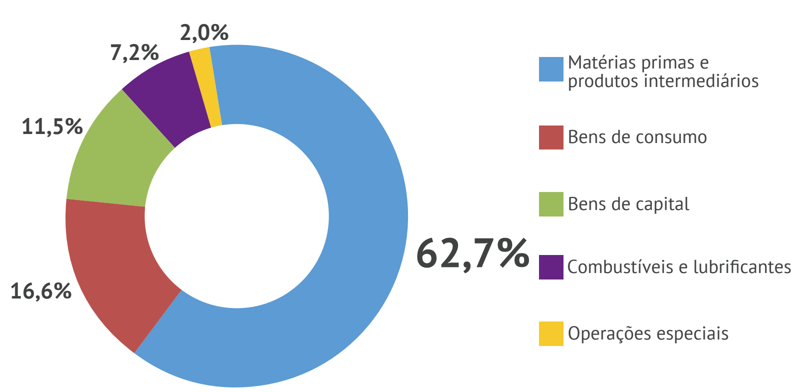
*Evolução das exportações brasileiras por fator agregado*




*Fonte: MDIC*[18]

## FIGURA 1.27

*Distribuição percentual das exportações brasileiras por categoria em 2013*




*Fonte: MDIC*[19]

Apesar de uma queda relativa da participação da agropecuária no PIB total brasileiro (Tabela 1.4), em favor principalmente do setor de serviços, a produção agropecuária é ainda de extrema importância para a economia e

*18 Análise de Informações de Comércio Exterior – AliceWeb. Secretaria de Comércio Exterior. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Disponível em: http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/*

*19 Análise de Informações de Comércio Exterior – AliceWeb. Secretaria de Comércio Exterior. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Disponível em: http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/*

balança comercial brasileira, respondendo em boa parte pelos 62% das exportações da categoria "matérias-primas e produtos intermediários" citados anteriormente. Ademais, ela tem apresentado um desempenho superior aos demais setores econômicos. Entre o período de 2006 e 2013 a produtividade agrícola cresceu 5% ao ano. A título de comparação, na última década, a produtividade na indústria declinou 1% ao ano e a do setor de serviços cresceu 1% ao ano. O notável incremento da produtividade agrícola pode ser observado se comparado ao crescimento da área com o da produção: desde 2003, a área cultivada cresceu 13%, enquanto a produção, no mesmo período, cresceu 31%. Um exemplo ilustrativo é a cultura do milho, que teve a sua produtividade agrícola mais que duplicada em 20 anos. Em 1991, a média nacional de produtividade era de 1,8 tonelada por hectare e em 2011 chegou a 4,2 toneladas por hectare (IBGE, 2013).

**TABELA 1.4**

*Participação dos setores econômicos no Produto Interno Bruto Brasileiro*

| | AGROPECUÁRIA | INDÚSTRIA | SERVIÇOS | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | % | | | |
| 1990 | 8,10 | 38,69 | 53,22 | 100 |
| 1991 | 7,79 | 36,16 | 56,05 | 100 |
| 1992 | 7,72 | 38,70 | 53,58 | 100 |
| 1993 | 7,56 | 41,61 | 50,83 | 100 |
| 1994 | 9,85 | 40,00 | 50,15 | 100 |
| 1995 | 5,77 | 27,53 | 66,70 | 100 |
| 1996 | 5,51 | 25,98 | 68,50 | 100 |
| 1997 | 5,40 | 26,13 | 68,47 | 100 |
| 1998 | 5,52 | 25,66 | 68,82 | 100 |
| 1999 | 5,47 | 25,95 | 68,58 | 100 |
| 2000 | 5,60 | 27,73 | 66,67 | 100 |
| 2001 | 5,97 | 26,92 | 67,10 | 100 |
| 2002 | 6,62 | 27,05 | 66,33 | 100 |
| 2003 | 7,39 | 27,85 | 64,77 | 100 |
| 2004 | 6,91 | 30,11 | 62,97 | 100 |
| 2005 | 5,71 | 29,27 | 65,02 | 100 |
| 2006 | 5,48 | 28,75 | 65,76 | 100 |
| 2007 | 5,56 | 27,81 | 66,63 | 100 |
| 2008 | 5,91 | 27,90 | 66,18 | 100 |
| 2009 | 5,63 | 26,83 | 67,54 | 100 |
| 2010 | 5,30 | 28,07 | 66,63 | 100 |
| 2011 | 5,46 | 27,53 | 67,01 | 100 |
| 2012 | 5,32 | 26,02 | 68,66 | 100 |
| 2013 | 5,71 | 24,98 | 69,32 | 100 |

*Fonte: A partir de dados extraídos do IPEA*[20]

20 *Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br*

O Brasil continua sendo o maior produtor mundial de suco de laranja, café e açúcar. O país detém, também, as maiores fatias do mercado internacional nos casos do suco de laranja, açúcar, soja, café e milho. Note-se que apenas as culturas da soja e do milho concentram 90% da área agrícola total plantada no país.

No setor agropecuário, destaca-se ainda a evolução da produção animal. Desde 2008, o Brasil lidera o *ranking* de maior exportador de carne bovina do mundo. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), as estatísticas preveem crescimento também para os próximos anos. A exportação de carne bovina crescerá a 2,15% ao ano, enquanto a carne de aves a 3,64%.

Em 2012, o Brasil possuía 211,2 milhões de cabeças de gado bovino, 38,7 milhões de suínos, mais de 1 bilhão de efetivo de galos, frangas, frangos e pintos, 16,7 milhões de ovinos, 8,6 milhões de caprinos (IBGE, 2012). Somente a região Centro-Oeste do país concentra 34,3% de todo o gado bovino brasileiro.

Uma série de fatores garantiu o avanço da agricultura brasileira nos últimos anos: recursos naturais (solo, água e luz) abundantes, diversidade de produtos, um câmbio relativamente favorável até 2006, o aumento da demanda dos países asiáticos, e o crescimento da produtividade das lavouras. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vem contribuindo enormemente para o aumento da produtividade agrícola do país, por meio da pesquisa, desenvolvimento, inovação e transferência de tecnologia. Possui uma equipe formada por 2.444 pesquisadores, 84% com doutorado ou pós-doutorado em universidades do Brasil e do exterior e, 47 Unidades Descentralizadas, além de 16 escritórios de Norte a Sul do país. É referência nacional e internacional em pesquisa agropecuária.

Em suma, os dados macroeconômicos do Brasil e de sua balança comercial o caracterizam como um país urbano-industrial, mas que tem como âncora no capitalismo mundial a exportação de *commodities* agrícolas.

## 1.5. RESUMO DAS CIRCUNSTÂNCIAS NACIONAIS

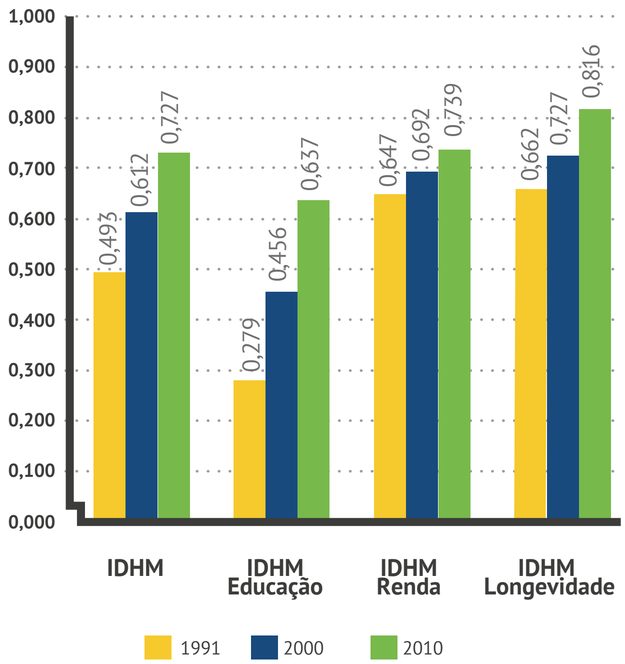
O Brasil é um país de grande extensão territorial e elevada desigualdade social e espacial. Todavia, o governo tem trabalhado para aumentar as oportunidades de acesso aos serviços de educação e saúde por meio de medidas de descentralização e regionalização da rede de assistência, além da focalização dos programas sociais na população mais pobre, que ocorre em paralelo ao desafio de universalização dos programas. Com isso, verificou-se uma série de melhorias no período recente, algumas inclusive de destaque internacional, como a acentuada queda da taxa de pobreza e pobreza extrema no Brasil, fortemente influenciada pela redução na desigualdade de renda das famílias. Além de outras, que colocaram o país na condição de cumprimento de uma quantidade relevante de Objetivos de Desenvolvimento do Milênio antes mesmo do período acordado para cada meta (Tabela 1.5).

Por meio do Programa Bolsa Família e do Plano Brasil sem Miséria, o governo federal articulou um conjunto de ações para promoção da segurança alimentar e nutricional no curto prazo, todavia, sem descuidar-se da oferta de outras que possuem alto potencial para eliminar no médio prazo condições que levam à reprodução do ciclo vicioso da pobreza por gerações.

Para o conjunto do país, as duas últimas décadas foram marcadas por melhorias na qualidade de vida da população brasileira, conforme resumem e revelam dois índices sintéticos acerca do nível do bem-estar social e do desenvolvimento humano (Figuras 1.28 e 1.29).

## FIGURA 1.28

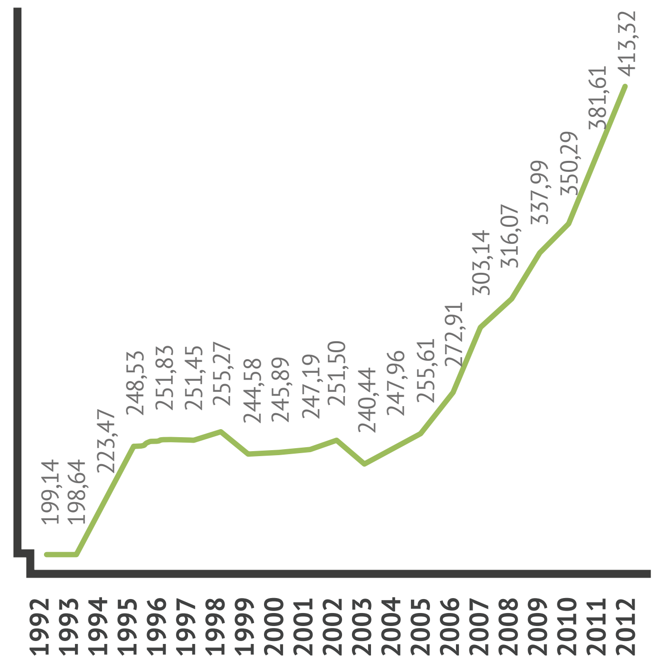
*Evolução do Índice de Desenvolvimento Humano do Brasil e seus subíndices*




*Nota: IDHM – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal*
*Fonte: PNUD (2013)*

## FIGURA 1.29

*Evolução de índice de bem-estar social elaborado pelo IPEA para o Brasil[21]*




*Nota: Exclusive áreas rurais da região Norte (exceto Tocantins). Valores de 1994, 2000 e 2010 obtidos por interpolação linear.*

*Fonte: IPEA (2013a)*

A vulnerabilidade ao risco climático da população brasileira é uma situação que depende não apenas das variações climáticas esperadas, mas também das condições de adaptação das famílias, que guardam estreita relação com as suas condições de vulnerabilidade social. Ademais, uma gestão adequada dos recursos naturais e ecossistêmicos é uma forma de aumentar a resiliência local.

*21 Construído a partir de uma função de bem-estar social simples proposta por Amartya Sen (1992). Essa função multiplica a renda média pela medida de equidade, dada por 1 menos o índice de Gini, isto é, Média * (1 − Gini). Logo, a desigualdade funciona como um fator redutor de bem-estar em relação ao nível da renda média.*

**TABELA 1.5**

*Resumo das Circunstâncias Nacionais*

| INDICADORES | 1990 | 1995 | 2001 | 2005 | 2012 |
|---|---|---|---|---|---|
| Produto Interno Bruto (em milhões de R$ de 2013) | 2.486.827 | 2.892.519 | 3.235.167 | 3.663.335 | 4.726.976 |
| Produto Interno Bruto da Agropecuária (em % do PIB) | 8,1 | 5,77 | 5,97 | 5,71 | 5,32 |
| Produto Interno Bruto da Indústria (em % do PIB) | 38,7 | 27,5 | 26,9 | 29,3 | 26 |
| Produto Interno Bruto do Setor Serviços (em % do PIB) | 53,2 | 66,7 | 67,1 | 65 | 68,7 |
| Percentagem da população vivendo com menos do que US$ PPP 1,25 por dia | 25,5 | 16,4 | 14 | 8 | 3,5 |
| Percentagem da população ocupada vivendo com menos do que US$ PPP 1,25 por dia | ND | 11,2 | 8,5 | 4,8 | 1,3 |
| Índice de Gini | 0,612 | 0,599 | 0,594 | 0,566 | 0,526 |
| Taxa de escolarização líquida no ensino fundamental da população de 7 a 14 anos (em %) | 81,2 | 86,5 | 94,4 | 95,8 | 97,7 |
| Taxa de escolarização líquida no ensino médio da população de 15 a 17 anos (em %) | 16,9 | 23,7 | 39,2 | 48,9 | 57,9 |
| Taxa de escolarização líquida no ensino superior da população de 18 a 24 anos (em %) | 5,3 | 6 | 9,2 | 11,7 | 16,1 |
| Taxa de escolarização da população de 0 a 6 anos (em %) | ND | 29,6 | 37 | 42,7 | 51,4 |
| Taxa de alfabetização da população de 15 a 24 anos (em %) | 90,3 | 92,8 | 95,7 | 97,1 | 98,7 |
| Taxa de mortalidade na infância | 53,7 | 40,2 | 28,7 | 23,7 | 17,7* |
| Taxa de mortalidade infantil | 47,1 | 35,1 | 24,9 | 20,4 | 15,3* |
| Proporção da população com acesso à água potável | 70,1 | 74,4 | 79,6 | 81,8 | 85,5 |
| Proporção da população com acesso ao esgotamento sanitário | 53 | 56,9 | 64,2 | 67,8 | 77 |
| Percentagem da população urbana vivendo em moradias inadequadas | ND | 52,4 | 47,6 | 43,4 | 36,6 |

*Fonte: Para os indicadores sociais: V Relatório Nacional de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. Para os indicadores econômicos: Base de dados do Ipeadata[22] e Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil[23]*

22 *Disponível em: http://www.ipeadata.gov.br*
23 *Disponível em: http://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do? method=prepararTelaLocalizarSeries*



# CAPÍTULO II

# OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA ATINGIR OS OBJETIVOS DA CONVENÇÃO



# CAPÍTULO II

## OUTRAS INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA ATINGIR OS OBJETIVOS DA CONVENÇÃO

### 2.1. EDUCAÇÃO, TREINAMENTO E CONSCIENTIZAÇÃO PÚBLICA

Em conformidade com o art. 4º, § 1º, alínea (i) da Convenção, "todas as Partes, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicos, nacionais e regionais, devem promover e cooperar na educação, treinamento e conscientização pública em relação à mudança do clima, e estimular a mais ampla participação nesse processo, inclusive a participação de organizações não governamentais".

Desde que o país foi o anfitrião da Cúpula da Terra em 1992 e da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20) em 2012, os brasileiros têm sido mais expostos às questões relativas à mudança do clima. Contudo, em geral, a maior parcela da população ainda não tem informações mais específicas sobre mudança do clima, tampouco, da Convenção, embora o assunto venha sendo abordado pela mídia, de forma crescente. Entretanto, reconhece-se que a mudança global do clima trata-se de uma questão técnica e complexa, difícil de ser compreendida por não especialistas e que requer, portanto, esforços de tradução do conhecimento científico em uma linguagem mais acessível, importante para a mobilização social em torno do tema.

Apesar dessas dificuldades, tem-se ampliado a educação, a conscientização pública e o treinamento sobre as questões relacionadas à mudança do clima. A sociedade civil organizada brasileira também tem sido chamada a participar de processos de elaboração participativos de planos, programas e instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima, em consonância com os princípios democráticos do País, e em favor da mobilização social para o enfrentamento das mudanças climáticas no Brasil.

A página de internet brasileira sobre mudança do clima do MCTI tem contribuído para o aumento da conscientização pública sobre o assunto, na medida em que as informações sobre todo o processo de negociação da Convenção são disponibilizadas, além das principais referências sobre a ciência do clima e a preparação da Comunicação Nacional. Ademais, publicações em português (como a versão do texto oficial da Convenção e do Protocolo de Quioto), artigos de jornais e revistas, assim como a realização de seminários e debates, vêm ajudando na divulgação de um tema que até pouco tempo era desconhecido no país.

O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC) (item 2.1.2) visa promover a conscientização e a mobilização da sociedade em torno do tema mudança global do clima. O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), por meio da publicação dos Relatórios dos seus três Grupos de Trabalho, contribui também para circular de forma mais

resumida e em uma linguagem menos técnica, informações sobre o estado da arte da base científica das mudanças climáticas no Brasil e dos esforços necessários a serem empreendidos para adaptação e mitigação[24].

Soma-se aos esforços governamentais de difusão de informações e conscientização pública sobre o tema das mudanças climáticas o trabalho realizado por organizações não governamentais atuantes no Brasil, que, por meio de suas atividades, mobilizam a sociedade brasileira para a tomada de ações em direção a transição para uma economia de baixo carbono.

Algumas organizações promovem campanhas, apoiam e gerenciam projetos e programas, destaca-se também a criação de observatórios, como o Observatório do Clima, o Observatório de Políticas Públicas de Mudanças Climáticas do Grupo Fórum Clima, o Observatório do ABC (Agricultura de Baixo Carbono) e o Observatório do REDD[25].

### 2.1.1. Conscientização no Brasil sobre as Questões Relativas à Mudança do Clima

A construção de uma página oficial brasileira sobre mudança do clima na internet, iniciada em setembro de 1995, quando a rede era ainda incipiente no Brasil, foi uma ideia pioneira e inovadora que tem colaborado de forma significativa com o desenvolvimento das Comunicações Nacionais do Brasil e contribuído para o aumento da conscientização pública sobre o assunto no país. A página de internet da Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGMC/MCTI)[26] constitui, assim, ferramenta importante para a implementação dos compromissos brasileiros assumidos no âmbito da Convenção.

Refletindo todo o processo de preparação das Comunicações Nacionais, a página reúne e disponibiliza toda a informação gerada por diversas instituições e especialistas envolvidos na preparação de inventários de gases de efeito estufa e outros documentos.

Além disso, é por meio da página que o país executa seu programa de controle e garantia da qualidade dos resultados gerados para elaboração das Comunicações Nacionais, especialmente, com a realização de consultas públicas sobre cada documento produzido para subsidiar as Comunicações Nacionais, assegurando transparência e possibilitando participação de especialistas não envolvidos diretamente no processo, mas que desejem fazer comentários, críticas e sugestões.

Dessa forma, a página brasileira sobre mudança global do clima na internet tem fortalecido a capacidade de coordenação e ajudado a descentralizar a preparação das Comunicações Nacionais, permitindo um envolvimento completo de todas as instituições relevantes, independentemente de suas localizações.

#### 2.1.1.1. Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE)

Com o objetivo de conferir a perenidade e acessibilidade aos resultados do Inventário Nacional de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de

*24 Tal como a estrutura dos Grupos de Trabalho do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), o PBMC organiza-se por: Grupo de Trabalho 1 – avalia as bases científicas do sistema climático e suas mudanças; Grupo de Trabalho 2 – avalia as vulnerabilidades dos sistemas naturais e socioeconômicos, as consequências positivas e negativas da mudança global do clima, e as opções de adaptação; Grupo de Trabalho 3 – avalia as opções para mitigação em relação à mudança global do clima.*

*25 Disponíveis em: www.oc.org.br; www.forumempresarialpeloclima.org.br/observatorio-de-politicas-publicas-de-mudancas-climaticas; observatorioabc.com.br; observatoriodoredd.org.br, respectivamente.*

*26 Disponível em: http://www.mcti.gov.br/clima*

Montreal, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) desenvolveu o Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE).

O SIRENE tem por missão servir como suporte à tomada de decisão no âmbito de políticas, planos, programas e projetos na área de mudanças climáticas, particularmente na adoção de medidas de mitigação.

São apresentados os resultados de emissões de todos os gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal ($CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, $CF_4$, $C_2F_6$, HFC-23, HFC125, HFC134a, HFC143a, HFC152a, $SF_6$, CO, $NO_x$ e NMVOC) para os setores Tratamento de Resíduos, Agropecuária, Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Floresta, Energia e Processos Industriais. Neste sentido, por meio do SIRENE, pode-se acessar a série temporal de emissões referente aos últimos resultados publicados no Inventário Nacional, como parte da Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima ou do Relatório de Atualização Bienal, cujos dados dos gráficos e tabelas podem ser exportados.

## 2.1.2. Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas

O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)[27], presidido pelo Presidente da República, foi criado em 2000, com o objetivo de inserir a sociedade civil organizada nas discussões referentes à mudança global do clima, além de conscientizar e mobilizar a sociedade para o debate e tomada de posição sobre os problemas decorrentes da mudança global do clima e para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). O FBMC deve auxiliar o governo na incorporação das questões sobre mudança global do clima nas diversas etapas das políticas públicas.

O Fórum conta com a participação de Ministros de Estado, bem como personalidades e representantes da sociedade civil, designadas pelo Presidente da República, com notório conhecimento, ou que sejam agentes com relevante conhecimento em mudança do clima.

O FBMC tem contribuído de forma significativa na elaboração e revisão do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, Política Nacional sobre Mudança do Clima, Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas e Política Nacional de Adaptação (PNA), coordenando audiências públicas e reuniões setoriais com representantes da sociedade civil organizada, empresariado, Academia e governos subnacionais. Tais encontros resultam em importantes subsídios para o processo participativo de elaboração dos planos e políticas, constituídos em si, em instrumentos para a conscientização e mobilização social em torno do tema das mudanças climáticas globais no Brasil.

Uma das atribuições do FBMC é estimular a criação de fóruns estaduais de mudança do clima, devendo realizar audiências públicas nas diversas regiões do país. Os fóruns estaduais são importante meio de conscientização e mobilização da sociedade, em nível estadual, para a discussão sobre mudança global do clima. Atualmente, 17 estados brasileiros constituíram seus fóruns estaduais de mudança do clima: Bahia, Ceará, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Maranhão, Amazonas, Rondônia e Tocantins.

Algumas cidades do Brasil também têm se engajado para a tomada de ações de mitigação e adaptação a nível local e, com esse objetivo, criado instâncias de governança para as iniciativas. Por exemplo, na cidade de

*27 Ver: http://www.forumclima.org.br.*

São Paulo (SP) foi criado o Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Econômicas. Em Belo Horizonte (MG), foi criado o Comitê Municipal sobre Mudanças Climáticas e Ecoeficiência. Em Recife (PE) foi criado o Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas. No Rio de Janeiro (RJ), a Secretaria Municipal de Meio Ambiente instalou a Gerência de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável.

Vale destacar que, recentemente, em setembro de 2014, o prefeito da cidade do Rio de Janeiro anunciou na Cúpula do Clima, em Nova York, o Pacto Global de Prefeitos[28] – a maior iniciativa do mundo envolvendo cidades na luta contra as mudanças climáticas. O Pacto reúne as principais redes de cidades que hoje já tratam de políticas sustentáveis, reunindo quase meio bilhão de pessoas em 228 cidades. Além do C40[29], grupo presidido pelo prefeito, que integra as 69 maiores cidades do mundo, o Pacto Global de Prefeitos inclui também os membros do ICLEI e CGLU, respectivamente Governos Locais para a Sustentabilidade e União das Cidades e Governos Locais (em tradução livre das siglas), com apoio da Organização das Nações Unidas sobre questões urbanas (ONU Habitat).

No Pacto, as cidades signatárias se comprometem publicamente a reduzir de maneira significativa as emissões de gases de efeito estufa; a tornar as metas e planos estratégicos públicos; e a relatar anualmente o seu progresso através de um sistema de medição padronizado.

### 2.1.3. Programas de Educação em Conservação de Energia Elétrica e Uso Racional de Derivados de Petróleo e Gás Natural

No Brasil, os programas de educação em conservação e uso racional de energia referem-se basicamente a duas vertentes de programas nacionais (que serão discutidos em mais detalhes no Volume II desta Comunicação), sendo eles: o Procel nas Escolas do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e o Conpet na Escola, do Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (Conpet).

O Procel nas Escolas é um subprograma desenvolvido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) dirigido às crianças e aos adolescentes por meio de instituições de ensino. Ele promove a construção de conhecimentos em eficiência energética, disseminando informações e disponibilizando recursos educacionais aos sistemas de ensino formal do País, de forma a possibilitar ao cidadão brasileiro meios de desenvolver habilidades, competências, atitudes e valores necessários para o uso eficiente da energia. As ações desenvolvidas pelo subprograma fundamentam-se em estratégias articuladas com secretarias de educação, escolas técnicas e universidades, envolvendo os diversos níveis escolares e modalidades de ensino.

As diretrizes para as ações do Procel nas Escolas, assinadas em 1993 a partir de um Acordo de Cooperação Técnica entre o Ministério de Minas e Energia (MME) e o Ministério da Educação (MEC), decidiram por:

- Capacitar os professores da Educação Básica para trabalharem, com seus alunos, os aspectos do combate ao desperdício de eletricidade, incluindo o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC);

*28 Disponível em : www.un.org/climatechange/summit/wp-contend/uploads/sites/2/2014/9/CITIES-Mayors-compact.pdf*

*29 "C40 Cities Climate Leadership Group" é uma rede formada por Megacidades do mundo comprometidas com as mudanças climáticas. A ideia é que estas cidades atuando localmente podem enfrentar as mudanças climáticas globalmente. Na prática, o grupo C40 promove o acesso dos governos municipais à equipe técnica que coloca à disposição conhecimentos e práticas em diversas áreas do enfrentamento das mudanças climáticas, para serem implementados pela gestão das cidades. Participam da rede as cidades de Curitiba, Rio de Janeiro e São Paulo.*

- >> Desenvolver materiais pedagógicos e didáticos sobre energia, a serem distribuídos gratuitamente aos corpos docente e discente;
- >> Estabelecer uma forma de envolver os alunos de escolas técnicas de nível médio e das instituições de ensino superior, no sentido de utilizar os recursos tecnológicos de combate ao desperdício de energia e de criar uma mudança de hábito na sua utilização.

É por meio da parceria entre o MME e o MEC, que o Procel nas Escolas concentra esforços para possibilitar a atuação dos professores da Educação Básica (infantil, fundamental e ensino médio), como multiplicadores/orientadores de atitudes antidesperdício de energia elétrica, junto aos seus alunos.

O Procel na Educação Básica é um projeto interdisciplinar da Eletrobras/Procel e das concessionárias de energia elétrica do país. Funciona na área de educação, dentro do tema transversal de meio ambiente, envolvendo professores de todas as disciplinas aplicadas nas escolas. Para que as informações se processem com êxito, o canal de comunicação é a Educação Ambiental.

A operacionalização do Procel na Educação Básica cabe às concessionárias de energia elétrica, que recebem treinamento específico para o trabalho, e em seguida, estabelecem, com a área de educação, um relacionamento institucional para a implementação do projeto. As escolas devem se dirigir ao seu órgão superior para participar institucionalmente no projeto, por meio da concessionária de energia elétrica local.

Em 2013, R$ 478,6 mil investidos no Procel nas Escolas beneficiaram 70 mil alunos da rede pública de ensino, 2 mil professores e 600 escolas. Desde 1995, esse subprograma já beneficiou 25 milhões de alunos da Educação Básica[30]. No âmbito deste programa, também é desenvolvido o "Procel nas Instituições do Ensino Superior", que tem por objetivo disseminar a disciplina "Conservação e Uso Eficiente da Energia" entre cursos de graduação em Engenharia de diversas instituições brasileiras de nível superior.

Já o Conpet na Escola foi criado em 1992 por meio de parceria entre o MME e o MEC. Tal como o Procel, o seu objetivo principal é integrar e motivar os professores para que sejam agentes conscientizadores e transformadores dos hábitos e atitudes, não só dos seus alunos, como da própria escola e da sua comunidade, no que concerne às questões relacionadas à energia, sociedade e à preservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Entende-se que essa é a maneira mais eficaz e permanente de se conscientizar, no médio prazo, a sociedade brasileira sobre o uso eficiente dos derivados do petróleo e do gás natural. O projeto envolve os educadores/alunos das 6ª a 9ª séries do ensino fundamental e dos cursos técnicos das redes de ensino públicas e privadas.

Além das avaliações, ações educativas sobre o uso racional e manuseio do óleo diesel são promovidas para motoristas e empresários do setor. O Conpet no Transporte auxilia as empresas e motoristas que participam voluntariamente do programa a reduzirem seus custos operacionais com combustível e a atenderem as regulações dos órgãos ambientais.

As ações educativas do Conpet no Transporte são executadas por meio de parcerias com governos municipais e estaduais e entidades do setor transporte. Com estas últimas, o programa realiza também iniciativas e estudos de avaliação de tecnologias para transporte eficiente de passageiros incluindo novos veículos, motores, combustíveis e vias exclusivas.

*30 Dados extraídos de www.procelinfo.com.br*

### 2.1.4. Participação da Sociedade Civil na Preparação da Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada ao Novo Acordo sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

No âmbito das negociações sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), que levaram ao Acordo de Paris na 19ª Conferência das Partes da Convenção (COP-19, realizada em Varsóvia, Polônia), as Partes foram convidadas a iniciar ou intensificar as preparações domésticas de suas "pretendidas contribuições nacionalmente determinadas" (sigla em inglês iNDC[31]) ao novo acordo, e a comunicá-las antes da COP-21.

As iNDCs representam o pretendido aporte de cada país ao esforço global de combate à mudança do clima e terão papel central na implementação do novo acordo sob a Convenção.

O Governo brasileiro considerou fundamental que as contribuições ao novo acordo contassem com o respaldo dos diversos setores e segmentos da sociedade civil, com vistas a ampliar a legitimidade e o grau de ambição nas negociações. Neste sentido, com o objetivo de subsidiar o processo de preparação da iNDC do Brasil, o MRE coordenou uma consulta à sociedade civil brasileira de forma a ampliar a transparência do processo de preparação nacional dando oportunidade a que todos os setores e segmentos interessados participassem e opinassem.

A consulta à sociedade brasileira se deu em duas fases. A primeira envolveu o recebimento de contribuições *online* a questões sugeridas para debate pelo MRE, por meio de um questionário orientador. O questionário centrou as discussões em pontos-chave para a elaboração da iNDC. Na segunda fase, as contribuições recebidas na primeira fase foram consolidadas em um Relatório Preliminar preparado e distribuído *online*. Nessa segunda fase, as conclusões preliminares do relatório foram submetidas a uma nova rodada de consultas, por meio eletrônico e também por reuniões presenciais, para maior detalhamento do Relatório Preliminar. O relatório final foi publicado na página do Itamaraty[32]. A publicação desse documento representou um passo significativo no processo de tomada de decisão, pelo Governo Federal, sobre a contribuição do Brasil nas negociações do novo acordo sob a Convenção.

## 2.2. FORMAÇÃO DE CAPACIDADE

Este capítulo apresenta iniciativas de excelência, empreendidas por institutos e grupos de pesquisa brasileiros que estão contribuindo para o avanço da base científica das mudanças climáticas no País. São avanços no preenchimento de lacunas científicas e em aprimoramentos metodológicos, propiciando a produção de resultados de modelagem climática e dos impactos e vulnerabilidades ao risco climático e de opções de mitigação, com menor incerteza e maior robustez. Representam, portanto, formação de capacidade nacional e regional para a promoção de ações de adaptação e mitigação.

São características comuns às iniciativas listadas abaixo a articulação com o governo, visando contribuir para a eficácia da política de mudança climática do Brasil, o trabalho em redes, por vezes internacionais, e a perspectiva multissetorial e interdisciplinar que o tratamento do conhecimento científico das mudanças climáticas requer.

*31 Acrônimo em inglês: Intended Nationally Determined Contributions*
*32 Para o relatório final da consulta à sociedade civil brasileira, acessar: http://diplomaciapublica.itamaraty.gov.br/consulta-clima/133-negociacoes-na-unfccc-relatorio-final-da-consulta-a-sociedade-civil-brasileira*

## 2.2.1. Instituto Interamericano para Pesquisa em Mudanças Globais (IAI)

O Instituto Interamericano para Pesquisa em Mudanças Globais (IAI)[33] é uma organização intergovernamental, criada em 1992, composta por 19 países das Américas[34]. O IAI é dedicado à busca da excelência científica, à cooperação internacional e ao intercâmbio aberto de informação científica, com o objetivo de melhorar a compreensão dos fenômenos da mudança global e suas implicações socioeconômicas.

Reconhecendo a necessidade de compreender melhor os processos naturais e sociais que regem a mudança ambiental em larga escala, o IAI incentiva a troca de informações entre cientistas e gestores públicos. Com isso, o IAI visa aumentar a capacidade científica na região, e ao mesmo tempo, fornecer informações úteis para os tomadores de decisão. As pesquisas geralmente são realizadas por meio de estudos comparativos e com a participação de pesquisadores de vários países em cada projeto. O IAI conta com diversos programas de pesquisas, e o Brasil tem exercido uma forte representação de projetos.

Em síntese, a missão do IAI é desenvolver a capacidade de compreensão dos impactos integrados das mudanças globais passadas, presentes e futuras sob os ambientes regionais e continentais das Américas e promover ações cooperativas e bem informadas em todos os níveis.

O trabalho do IAI é desenvolvido por meio de quatro ações básicas:

- >> contribuir para o avanço do conhecimento científico do continente, seja por meio da pesquisa, educação ou transferência de tecnologia, cumprindo agenda científica com prioridades bem definidas;
- >> apoiar as convenções e os protocolos internacionais, contribuindo para elucidar as questões científicas e suas implicações políticas relacionadas a esses instrumentos e apoiando os interesses nacionais;
- >> apoiar a ampla cooperação internacional, contribuindo para os programas internacionais sobre mudanças globais, promovendo políticas de informação que assegurem acesso livre aos dados; e
- >> apoiar os interesses dos países integrantes e prover de informações científicas que sirvam aos interesses dos governos federais, estaduais e locais, setores privados e públicos em geral.

## 2.2.2. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC)

O IPCC foi estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) para avaliar a informação científica, técnica e socioeconômica disponível no campo da mudança global do clima.

O IPCC compõe-se de três grupos e de uma força tarefa. O Grupo de Trabalho I avalia os aspectos científicos físicos dos sistemas climáticos e da mudança do clima; o Grupo de Trabalho II avalia os aspectos científicos, técnicos, ambientais, socioeconômicos da vulnerabilidade à mudança do clima, além dos impactos negativos e positivos para os sistemas ecológicos, setores socioeconômicos e saúde humana e as opções para adaptação às mudanças; o Grupo de Trabalho III avalia os aspectos científicos, técnicos, ambientais, econômicos e sociais da mitigação da mudança do clima por meio da limitação ou da prevenção das emissões de gases de efeito estufa e do aumento das atividades para removê-los da

*33 Disponível em: wwwsp.iai.int*
*34 Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, Estados Unidos, Paraguai, Perú, Uruguai, Bolívia, Colômbia, Cuba, Equador, Guatemala, Jamaica, México, Panamá, República Dominicana, Venezuela.*

atmosfera; a Força Tarefa para Inventários incumbe-se de desenvolver e refinar metodologias para cálculos e apresentação dos inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa.

No Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC, de 1990, participaram apenas seis cientistas brasileiros como colaboradores, sendo quatro no Grupo I e dois no Grupo II. Em 1995, no Segundo Relatório de Avaliação do IPCC, cinco brasileiros participaram como autores (três no Grupo I e dois no Grupo II), além de seis como colaboradores (um no Grupo I, dois no Grupo II e três no Grupo III) e seis como revisores (um no Grupo I, dois no Grupo II e três no Grupo III). No Terceiro Relatório de Avaliação, divulgado em 2001, 12 cientistas brasileiros contribuíram como autores (três no Grupo I, três no Grupo II e seis no Grupo III), um como colaborador (Grupo II) e 10 como revisores (sendo dois no Grupo I, três no Grupo II e cinco no Grupo III). Em 2007, no Quarto Relatório de Avaliação participaram 14 cientistas brasileiros como autores (três no Grupo I, cinco no Grupo II e 6 no Grupo III) e 21 como revisores (três no Grupo I, 13 no Grupo II e cinco no Grupo III). No Quinto Relatório de Avaliação, lançado em 2014, o Brasil contou com a participação de 28 autores (sendo seis do Grupo I, 19 no Grupo II e 3 no Grupo III).

A participação dos cientistas brasileiros é de grande importância, principalmente devido ao fato de terem entendimento mais específico sobre processos (por exemplo, os relacionados à Amazônia) e tecnologias (por exemplo, utilização do álcool combustível em veículos) importantes para os países em desenvolvimento.

O crescimento progressivo da participação de cientistas brasileiros representa o resultado do aumento de programas de capacitação nacional em relação a assuntos relacionados à mudança do clima e, consequentemente, o aumento do número de cientistas brasileiros que desenvolvem pesquisas relacionadas ao tema e oferecem subsídios para um melhor entendimento das questões relacionadas.

## 2.2.3. Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC)

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC)[35], criado pelo MCTI e pelo MMA, é um organismo científico nacional que tem como objetivo disponibilizar a tomadores de decisão e à sociedade brasileira informações técnico-científicas sobre mudança global do clima.

O papel do PBMC é avaliar, em um processo abrangente, objetivo e transparente, as informações produzidas pela comunidade científica sobre as vertentes ambientais, sociais, econômicas e científicas da mudança do clima, de modo a possibilitar uma melhor compreensão da ciência do clima, dos riscos da mudança do clima observada e projetada para o futuro, bem como dos impactos, das vulnerabilidades e das ações de adaptação e de mitigação associadas.

Como resultados dos trabalhos do Painel, são elaborados e publicados, periodicamente, "Relatórios de Avaliação Nacional", "Relatórios Técnicos", "Sumários para Tomadores de Decisão" sobre mudança global do clima, bem como "Relatórios Especiais" sobre temas específicos. Tais documentos fornecem elementos importantes para a implementação e monitoramento de políticas no Brasil, como o Plano Nacional sobre Mudança do Clima, os Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas e o Plano Nacional de Adaptação, que está em elaboração.

35 *Instituído pela Portaria Interministerial MCT/MMA nº 356, de 25 de setembro de 2009.*

Em janeiro de 2015[36], o PBMC publicou os três volumes do Primeiro Relatório de Avaliação Nacional sobre Mudança do Clima referentes às informações científicas disponíveis no Brasil de acordo com a seguinte estrutura de compilação por seus três grupos de trabalho (GT): GT1 – Base Científica das Mudanças Climáticas; GT2 – Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação; GT3 – Mitigação das Mudanças Climáticas.

A estrutura e funcionamento do Painel têm como base o regramento aplicável ao IPCC. O Painel é composto por Plenária, Conselho Diretor, Comitê Científico, Secretaria Executiva, Grupos de Trabalho e Unidades de Apoio Técnico. Os quatro Grupos de Trabalho reuniram um total de 100 pessoas, entre pesquisadores vinculados a instituições de pesquisas nacionais e especialistas em mudança global do clima.

O PBMC oferece oportunidade de organização e de expansão da produção científica e de pesquisa brasileira em mudança global do clima. É a primeira experiência desenvolvida no país que busca unir e sistematizar o conhecimento existente sobre mudança do clima no Brasil, com foco na regionalização, em uma única publicação e por meio de uma plataforma de conhecimento.

Ademais, numa perspectiva de cooperação internacional e capacitação, o PBMC irá compartilhar métodos, resultados e conhecimentos com países em desenvolvimento, ajudando a fortalecer as suas capacidades nacionais de respostas à mudança do clima.

## 2.2.4. Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (Rede CLIMA)

A Rede CLIMA foi instituída pelo MCTI em 2007[37] e é supervisionada por um Conselho Diretor composto por mais quatro ministérios (Meio Ambiente; Relações Exteriores; Agricultura, Pecuária e Abastecimento; e Saúde), além de representantes das seguintes instituições: Academia Brasileira de Ciências (ABC); Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC); Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas; Conselho Nacional de Secretários Estaduais para Assuntos de Ciência, Tecnologia e Inovação; Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa; e do setor empresarial.

A Rede CLIMA tem abrangência nacional, congregando dezenas de grupos de pesquisa em universidades e institutos. Seu foco científico envolve todas as questões relevantes das mudanças climáticas, notadamente:

- A base científica das mudanças climáticas: detecção e atribuição de causas; entendimento da variabilidade natural *versus* mudanças climáticas de origem antrópica; ciclo hidrológico e ciclos biogeoquímicos globais e aerossóis; capacidade de modelagem do sistema climático.
- Estudos de impactos, adaptação e vulnerabilidade para sistemas e setores relevantes: agricultura e silvicultura, recursos hídricos, biodiversidade e ecossistemas, zonas costeiras, cidades, economia, energias renováveis e saúde.
- Desenvolvimento de conhecimento e tecnologias para mitigação das mudanças climáticas.

A concepção e o desenvolvimento da Rede CLIMA têm como característica a ativa e coordenada participação de diversas instituições de ensino e pesquisa no Brasil. Estas estão distribuídas nas diversas regiões do país, o que provê a Rede de capilaridade, assim como potencializa a transferência das informações geradas.

36 *Disponível em: http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/pt/noticias/82-destaque/440-painel-brasileiro-de-mudancas-climaticas-divulga-o-primeiro-relatorio-de-avaliacao-nacional-completo*

37 *Portaria nº 728 de 20 de novembro de 2007.*

A Rede CLIMA está estruturada em 15 sub-redes temáticas: Agricultura, Biodiversidade e Ecossistemas, Cidades, Divulgação Científica, Desastres Naturais, Desenvolvimento Regional, Economia, Energias Renováveis, Modelagem Climática, Oceanos, Recursos Hídricos, Saúde, Serviços Ambientais dos Ecossistemas, Usos da Terra e Zonas Costeiras.

A coordenação é exercida por um Conselho Diretor, assessorado por um Comitê Técnico. Ao Conselho Diretor compete, entre outras coisas, definir a agenda de pesquisa da Rede; promover a gestão da Rede CLIMA, tomando todas as decisões necessárias para o seu funcionamento, ressalvadas as competências das instituições participantes; e articular a integração da Rede aos programas e políticas públicas na área de mudança global do clima.

O Comitê Científico da Rede CLIMA é constituído por representantes das sub-redes temáticas e por cientistas externos à Rede. O Comitê assessora o Conselho Diretor sobre temáticas de pesquisa e avaliação de resultados científicos, além de elaborar editais de chamada de pesquisas.

A Rede CLIMA tem como objetivos:

- >> gerar e disseminar conhecimentos e tecnologias para que o Brasil possa responder aos desafios representados pelas causas e efeitos das mudanças climáticas globais;
- >> produzir dados e informações necessárias ao apoio da diplomacia brasileira nas negociações sobre regime internacional de mudança global do clima;
- >> realizar estudos sobre os impactos das mudanças climáticas globais e regionais, com ênfase nas vulnerabilidades do País às mudanças climáticas;
- >> estudar alternativas de adaptação dos sistemas sociais, econômicos e naturais do Brasil às mudanças climáticas;
- >> pesquisar os efeitos de mudanças no uso da terra e nos sistemas sociais, econômicos e naturais nas emissões brasileiras de gases que contribuem para as mudanças climáticas globais;
- >> contribuir para a formulação e acompanhamento de políticas públicas sobre mudanças climáticas globais no âmbito do território brasileiro;
- >> contribuir para a concepção e a implementação de um sistema de monitoramento de alertas de desastres naturais para o país;
- >> realizar estudos sobre emissões de gases de efeito estufa em apoio à realização de inventários nacionais de emissões de acordo, como o Decreto nº 7.390/2010.

Um dos primeiros produtos colaborativos da Rede CLIMA é a elaboração regular de análises sobre o estado do conhecimento da mudança global do clima no Brasil, nos moldes dos relatórios do IPCC, porém com análises setoriais mais específicas para a formulação de políticas públicas nacionais e internacionais.

Nessa Terceira Comunicação Nacional, a Rede CLIMA, com o apoio do MCTI, teve papel estratégico na coordenação de estudos temáticos[38] inéditos que estimaram os impactos negativos das mudanças climáticas globais e analisaram o risco e vulnerabilidades dos ecossistemas e populações humanas às mesmas.

Outra importante tarefa da Rede CLIMA, por meio da sub-rede Modelagem Climática, é a de liderar o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG) para gerar cenários climáticos futuros com especificidades regionais apropriadas aos interesses do país. Esse esforço, que é estrategicamente importante para o país ter autonomia e capacitação em modelagem do sistema climático global, conta com o apoio de várias instituições nacionais e internacionais.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) fornece total apoio aos pesquisadores da Rede CLIMA, do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para que usem o novo ambiente de Supercomputação do INPE, inaugurado em dezembro de 2010.

*38 Ver item 2 do Volume II desta Comunicação.*

## 2.2.5. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para Mudanças Climáticas

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para Mudanças Climáticas[39] é uma rede de pesquisas interdisciplinares em mudanças climáticas baseada na cooperação de 65 grupos de pesquisa nacionais de todas as regiões e 17 grupos de pesquisa internacionais da Argentina, Chile, Uruguai, Estados Unidos, Alemanha, Holanda, Reino Unido, Índia, Japão e África do Sul, envolvendo na sua totalidade mais de 400 pesquisadores, estudantes e técnicos, constituindo-se na maior rede já desenvolvida no Brasil para pesquisas ambientais.

O INCT para Mudanças Climáticas está sediado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na cidade de São José dos Campos, estado de São Paulo, e opera estreitamente vinculado a outras redes de pesquisa em mudanças climáticas. Ele está diretamente associado à Rede Brasileira de Mudanças Climáticas (Rede CLIMA) e contempla todos os aspectos científicos e tecnológicos de interesse da Rede CLIMA.

O INCT para Mudanças Climáticas também possibilita a articulação, a integração e a coesão científicas para a Rede CLIMA. Em contrapartida, mecanismos financeiros existentes para essa Rede fornecem financiamento suplementar para a implementação desse INCT, que também está associado a vários programas de pesquisa em mudanças climáticas, em particular com o Programa FAPESP Mudanças Climáticas[40].

Outros parceiros do INCT para Mudanças Climáticas são: o Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA)[41], a Rede Temática de Pesquisa em Modelagem Ambiental da Amazônia (GEOMA) e o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC).

O principal objetivo do INCT para Mudanças Climáticas é produzir informações relevantes e com elevado nível de qualidade para: (i) detectar mudanças ambientais no Brasil e na América do Sul e atribuir causas às mudanças observadas (aquecimento global, mudanças dos usos da terra, urbanização, entre outras); (ii) desenvolver modelo do Sistema Climático Global para gerar cenários de mudanças ambientais globais e regionais, particularmente cenários em alta resolução espacial de mudanças climáticas e de usos da terra; (iii) estudar os impactos das mudanças climáticas e identificar as principais vulnerabilidades do Brasil em setores estratégicos tais como, ecossistemas e biodiversidade, agricultura, recursos hídricos, saúde humana, cidades, zonas costeiras, energias renováveis e economia; e (iv) desenvolver técnicas e metodologias de mitigação das emissões de gases do efeito estufa.

Em parceria com a Rede CLIMA, o INCT para Mudanças Climáticas contribui como pilar de pesquisa e desenvolvimento do Plano Nacional de Mudanças Climáticas, que é revisado periodicamente, conforme o avanço científico.

O INCT para Mudanças Climáticas está organizado em 26 subprojetos de pesquisa, listados a seguir por temas:

- Detecção, Atribuição e Variabilidade Natural do Clima;
- Amazônia;
- Mudanças dos Usos da Terra;
- Ciclos Biogeoquímicos Globais;

---

*39 O Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia prevê a criação de dezenas de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) espalhados pelo país, que funcionarão de forma multicêntrica, sob a coordenação de uma instituição-sede que já tenha competência em determinada área de pesquisa. O programa é conduzido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em parceria com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e com as demais Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais. O INCT para Mudanças Climáticas está sob a coordenação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).*

*40 Para saber mais sobre este programa ver http://www.fapesp.br/programas/mudancas-climaticas/*

*41 Ver item 2.2.10 para detalhamento da LBA.*

- Oceanos;
- Gases de Efeito Estufa;
- Interações Biosfera-Atmosfera;
- Cenários Climáticos Futuros e Redução de Incertezas;
- Cenários de Mudanças Climáticas para o Século 21;
- Agricultura;
- Recursos Hídricos;
- Energias Renováveis;
- Biodiversidade: Composição, estrutura e função de ecossistemas nos Biomas Cerrado e Mata Atlântica – respostas à mudança climática;
- Saúde Humana;
- Zonas Costeiras;
- Urbanização e Megacidades;
- Economia das Mudanças Climáticas;
- Estudos de Ciência, Tecnologia e Políticas Públicas;
- Emissões de Lagos e Reservatórios;
- Processos de Combustão;
- Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD);
- Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM);
- Modelo Global Atmosférico do CPTEC;
- Modelagem Multi-Escala: Desafios para o Futuro;
- Tecnologias Observacionais para Mudanças Climáticas;
- Sistema de Informações para a Redução de Riscos de Desastres Naturais.

## 2.2.6. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e as Mudanças Climáticas

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) fornece, desde de 1995, por meio de seu Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), previsões de tempo de curto e médio prazo e também climáticas, além de dominar técnicas altamente complexas de modelagem numérica, da atmosfera e dos oceanos, para prever condições futuras. A partir de 2008, o INPE, por meio de seu Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST), passou a fornecer estudos, projeções de mudanças climáticas e, quando possível, propor soluções de adaptação que permitam o desenvolvimento com equidade e a redução dos impactos sobre o ambiente no planeta Terra.

Dispondo de profissionais especializados, o INPE utiliza o supercomputador com velocidade máxima de 258 Teraflops, equivalente a 258 trilhões de cálculos por segundo, o que colocou o Brasil entre os países capazes de gerar cenários futuros de clima para apoio ao Quinto Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC).

Sua equipe é capacitada nas melhores instituições de Pós-Graduação do país e do exterior, e seus funcionários são constantemente treinados e atualizados com vistas a gerar novos conhecimentos científicos e desenvolver tecnologia para aplicações nas diversas áreas da meteorologia.

A junção do conhecimento e tecnologia faz com que a confiabilidade alcançada na previsão numérica de tempo e clima esteja no mesmo nível dos centros de previsão dos países mais desenvolvidos.

O Tupã é um supercomputador *Cray XE6* que foi adquirido com recursos do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Instalado no INPE, em Cachoeira Paulista, no interior do estado de São Paulo, ele atende ao CPTEC e ao Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST), além de grupos de pesquisa, instituições e universidades integrantes da Rede Brasileira de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas (Rede CLIMA), do Programa FAPESP de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais e, do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas.

Com o Tupã, o INPE pode gerar previsões de tempo mais confiáveis, com maior prazo de antecedência e de melhor qualidade, ampliando o nível de detalhamento para 5 km na América do Sul e 20 km para todo o globo. É possível prever ainda eventos extremos com boa confiabilidade, como chuvas intensas, secas, geadas, ondas de calor, entre outros. As previsões ambientais e de qualidade do ar também são beneficiadas, gerando prognósticos de maior resolução, de 15 km, com até seis dias de antecedência.

Em um país com enorme extensão territorial como o Brasil, com grande diversidade climática, a boa qualidade das previsões meteorológicas é imprescindível ao planejamento e bom desempenho de inúmeras áreas sociais e atividades econômicas, principalmente a agricultura. O INPE, usando modelos numéricos, tem contribuído para a previsão de secas ou inundações favorecendo as tomadas de decisões nas áreas de defesa civil, geração de energia elétrica e gerenciamento de recursos hídricos. Também há contribuição importante nos campos dos transportes, abastecimento, turismo e lazer. O sistema de computação e os acervos de dados propiciam considerável crescimento da pesquisa meteorológica no país, permitindo-se melhorar o conhecimento sobre fenômenos atmosféricos de interesse.

Um dos objetivos do INPE é fornecer cenários de mudança global do clima de alta resolução, a serem utilizados para o desenvolvimento de estudos que tenham como intuito o aumento da conscientização e capacitação dos formuladores de políticas e governantes em relação aos impactos da mudança global do clima, às diferentes vulnerabilidades e às possíveis medidas de adaptação. Aplicações importantes serão utilizadas na hidroeletricidade (devido a sua importância para a geração de energia elétrica no Brasil), agricultura, saúde humana, desastres naturais, entre outras áreas, providas de informações necessárias para favorecer a tomada de decisões.

Em colaboração com as equipes do *Hadley Centre, do Tyndall Centre* e da Universidade de *East Anglia* do Reino Unido, vêm sendo desenvolvidos estudos observacionais e de desenvolvimento da capacidade de modelagem climática no Brasil, dirigida à mudança global do clima. O INPE está liderando o desenvolvimento do Modelo Brasileiro do Sistema Climático Global (MBSCG), que é dirigido para geração de cenários futuros de clima em âmbito global, permitindo que o Brasil seja o único país da América Latina a gerar cenários futuros de clima em âmbito global, compatíveis com os modelos usados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC).

O INPE utiliza a técnica de *downscaling* dinâmico com o Modelo Eta, desenvolvido pelo próprio Instituto na versão para estudos de mudanças climáticas. Este modelo se acopla ao modelo global que se deseja utilizar, permitindo a implementação de simulações climáticas para o país e para toda América Latina e Caribe com maior detalhamento espacial. O modelo Eta, na versão para estudos de mudanças climáticas foi desenvolvido pelo INPE.

A atividade de modelagem climática envolve forte colaboração científica, nacional e internacional, na geração de conhecimento e capacidade para a implementação de cenários de mudança global do clima em uma escala mais detalhada e precisa do que vinha sendo feita.

## INPE – *Emission Model* (EM): Evolução do método de cálculo das emissões por mudança de uso e cobertura da terra e florestas (LULUCF)

O desenvolvimento do arcabouço da modelagem de emissões por mudanças de uso da terra INPE – *Emission Model* (EM) é um esforço nacional no sentido do futuro aprimoramento do método de estimativa de emissões por mudança de uso e cobertura da terra e florestas (*Land Use, Land-Use Change and Forestry* – LULUCF). O INPE–EM está sendo desenvolvido pelo Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do INPE, com o apoio da Rede CLIMA, em parceria com diversas instituições.

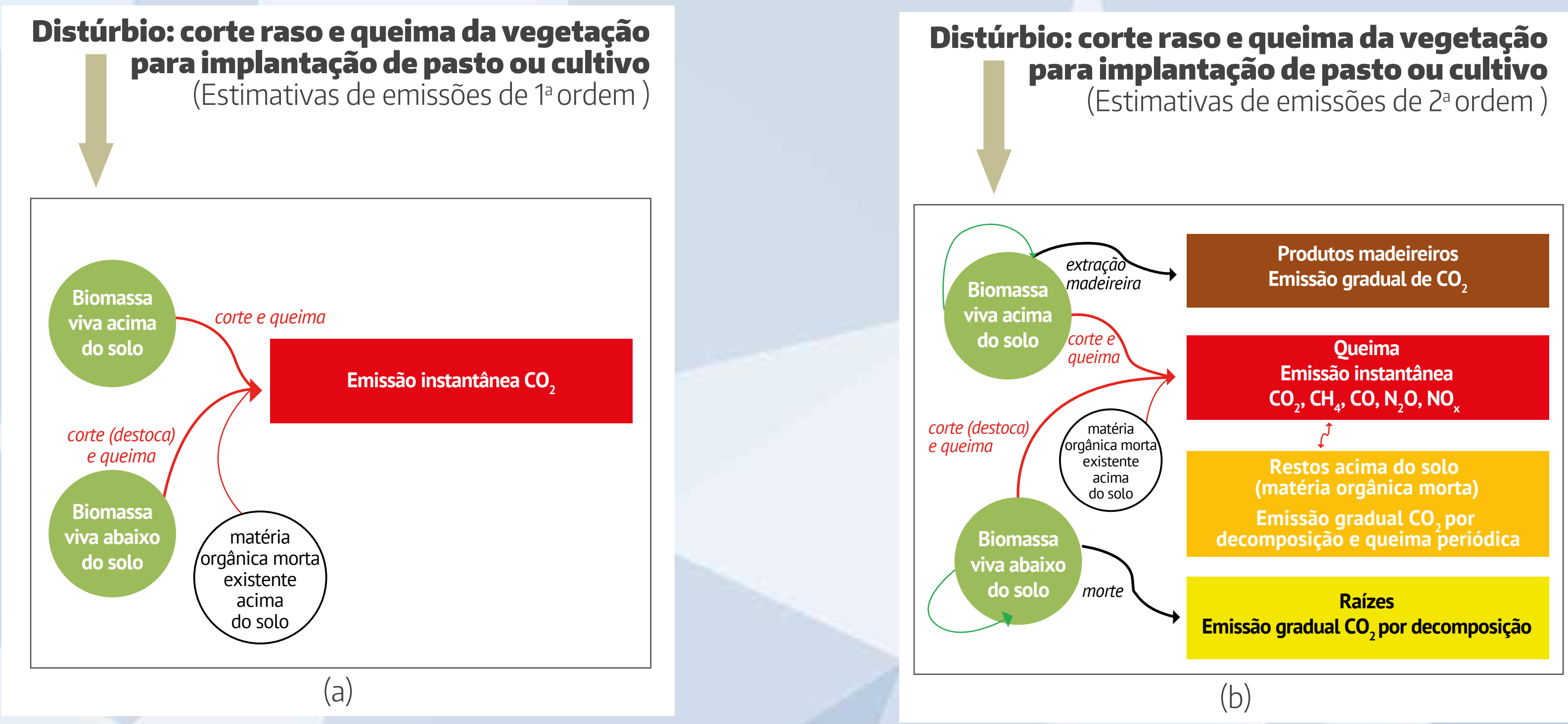
O modelo pode gerar tanto estimativas de primeira ordem (supondo que 100% das emissões ocorrem no momento da transição de uso/cobertura), como estimativas de 2ª ordem (que considerem o processo gradativo de liberação e absorção do carbono, representando os fluxos entre os compartimentos de biomassa)[42]. Todos os parâmetros que representam os processos de emissão/remoção podem ser espacialmente explícitos, possibilitando representar a heterogeneidade espacial dentro de uma região. O arcabouço é facilmente parametrizável, extensível e de código aberto, permitindo o desenvolvimento de novos módulos ou a modificação dos existentes.

As duas alternativas para estimativa das emissões líquidas de carbono permitem representar de modo mais geral os processos de corte e queima da vegetação em diferentes biomas, admitindo uma maior flexibilidade de representação das práticas relativas à biomassa viva acima e abaixo do solo (por exemplo, corte parcial e destoca de raízes). Os compartimentos de carbono referentes à matéria orgânica morta (madeira morta e liteira) foram explicitamente incorporados, sendo acrescentados à matéria orgânica morta gerada pelo processo de corte/queima[43]. Além das estimativas de emissões de $CO_2$, são calculadas emissões de $CH_4$, $N_2O$, CO e $NO_x$. A Figura I (a e b) representa esquematicamente como são realizadas as estimativas das emissões de 1ª e 2ª Ordem para processos de corte e queima da vegetação natural na nova versão do arcabouço.

42 *Estimativas de 1ª Ordem são compatíveis com os Tier 1 e 2 do GPG-LULUCF (Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry) do IPCC. Estimativas de 2ª Ordem são compatíveis com o Tier 3.*
43 *O compartimento de carbono no solo não é considerado nesta versão do modelo.*

**FIGURA I**

*Representação esquemática das estimativas de emissão por corte e queima da vegetação: a) Estimativas de 1ª ordem, considerando todas as emissões instantâneas; b) Estimativas de 2ª ordem, considerando fluxos entre compartimentos de carbono e emissões instantâneas e graduais*




As estimativas de emissão de 2ª ordem buscam representar com maior realismo a taxa de liberação do carbono para a atmosfera ao longo do tempo – levando em consideração que uma parte da biomassa é transformada em produto madeireiro e que outra parte não será queimada, sofrendo decomposição gradual no terreno (acima ou abaixo do solo). No caso do $CO_2$, as emissões de 2ª Ordem são estimadas, a cada ano, pela soma dos elementos de liberação instantânea por queima (da biomassa viva e matéria orgânica morta) aos elementos de decomposição gradual da matéria orgânica morta, produtos madeireiros e carbono elementar. Já as emissões por $CH_4$, $N_2O$, CO e $NO_x$ são proporcionais à porcentagem de biomassa queimada.

Estão em desenvolvimento aplicações para outros biomas brasileiros, incluindo o Cerrado e Caatinga. Estão também em desenvolvimento componentes para representação dos processos de corte seletivo e fogo na vegetação natural, assim como da dinâmica subsequente a estes distúrbios (como crescimento da vegetação secundária).

Em síntese, após os aprimoramentos que estão sendo realizados, o arcabouço INPE–EM poderá ser utilizado como uma ferramenta para refinar e facilitar as estimativas de emissões do setor, não somente no Brasil, mas também em outros países, por ser parametrizável e de código aberto, permitindo o aprimoramento constante e com a inclusão de novos componentes – desde que sistemas de monitoramento do desmatamento estejam operacionais e fornecendo dados confiáveis.

## 2.2.7. Programa de Monitoramento da Amazônia por Sensoriamento Remoto

Quando ocorrem mudanças no uso do solo, ou seja, uma floresta é derrubada e queimada, dando lugar ao estabelecimento de pastagem, agricultura ou outra forma de uso da terra, ocorre a liberação de uma grande quantidade de carbono na forma de $CO_2$ para a atmosfera, incrementando sua concentração. Ao mesmo tempo a manutenção da floresta em pé atua como sumidouro de carbono, sequestrando da atmosfera os gases de efeito estufa liberados. Dessa forma, o monitoramento do desmatamento e das queimadas guarda estreita relação com as mudanças climáticas globais.

O Brasil tem acumulado capacidade nacional no monitoramento do desmatamento e queimadas através do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A trajetória de queda do desmatamento na Amazônia brasileira, no período recente, uma das maiores verificadas no planeta, é resultado em grande parte dos sistemas de monitoramento produzidos pelo INPE, que orientaram a formulação de políticas públicas para a região, assim como as ações de comando e controle para prevenção e combate ao desmatamento em municípios prioritários[44].

O programa de Monitoramento da Amazônia por Sensoriamento Remoto do INPE conta com quatro sistemas operacionais e complementares: Prodes, Deter, Degrad e Queimadas.

O Projeto de Estimativa do Desflorestamento Bruto da Amazônia Brasileira (Prodes) é o maior projeto de monitoramento de florestas do mundo utilizando técnicas de sensoriamento remoto por satélite. Desde 1988, o INPE vem produzindo estimativas anuais das taxas de desflorestamento por corte raso da Amazônia Legal, processo de retirada total da cobertura florestal. O Prodes, que conta com a colaboração do Ministério do Meio Ambiente e do Ibama e é financiado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, identifica áreas de corte raso com áreas mínimas de 6,25 hectares. A partir de 2003, o INPE passou a adotar o processo de interpretação assistida pelo computador para o cálculo da taxa de desmatamento na Amazônia, chamado de programa Prodes Digital, para distingui-lo do processo anterior. A principal vantagem deste procedimento está na precisão do georreferenciamento dos polígonos de desflorestamento, de forma a produzir um banco de dados geográfico multitemporal. A divulgação desses dados evidencia o continuado compromisso do governo federal em tratar essas informações com transparência[45].

A metodologia do cálculo da taxa de desmatamento da Amazônia baseia-se em alguns pressupostos:

- As imagens utilizadas são do satélite LANDSAT e formam uma grade que recobre toda a Amazônia, composta de um conjunto de órbitas e de pontos. Cada imagem é identificada univocamente por um par ordenado órbita-ponto;
- Parte das imagens pode não ser analisada, devido a problemas de cobertura de nuvens ou de conflito entre o tempo necessário para o seu processamento e a data prevista para a divulgação da taxa. Nesse caso, as imagens são selecionadas de forma a cobrir o máximo possível de áreas desmatadas no ano anterior;
- A partir de 2005, em casos de alta cobertura de nuvem, imagens de outros satélites (ou datas) passaram a poder ser usadas para compor a cena;

44 *O Art. 2º do Decreto nº 6.321/2007 estabelece que o Ministério do Meio Ambiente editará anualmente portaria com lista de municípios prioritários situados no Bioma Amazônia, cuja identificação das áreas será realizada a partir da dinâmica histórica de desmatamento verificada pelo INPE, com base nos seguintes critérios: área total de floresta desmatada; área total de floresta desmatada nos últimos três anos; aumento da taxa de desmatamento em pelo menos três, dos últimos cinco anos. Esses municípios tornam-se o foco da política de prevenção e combate ao desmatamento na Amazônia.*

45 *Os dados do Prodes podem ser consultados no portal http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php*

>> As áreas não observadas devido a problemas de cobertura de nuvens deverão ser levadas em conta no procedimento de cálculo do incremento estimado para cada imagem;

>> O desmatamento ocorre apenas dentro da estação seca. Assim, para cada órbita-ponto, a estação seca foi estabelecida baseada em parâmetros climatológicos. Para fornecer uma taxa anualizada de desmatamento na imagem, os incrementos de desmatamento constatados em cada uma delas precisam ser projetados para uma data de referência.

A metodologia de interpretação de imagens consiste nas seguintes etapas: seleção de imagens com menor cobertura de nuvens e com data de aquisição mais próxima possível da data de referência para o cálculo de taxa de desmatamento (1º de agosto); georreferenciamento das imagens; transformação dos dados radiométricos das imagens em imagens de componente de cena (vegetação, solo e sombra) pela aplicação de algoritmo de mistura espectral para concentrar a informação sobre o desmatamento em uma a duas imagens; segmentação em campos homogêneos das imagens dos componentes solo e sombra; classificação não supervisionada, e por campos, das imagens de solo e de sombra; mapeamento das classes não supervisionadas em classes informativas (desmatamento do ano, floresta etc.); edição do resultado do mapeamento de classes e elaboração de mosaicos das cartas temáticas de cada unidade da Federação.

As informações fornecidas pelo INPE permitem ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e aos órgãos estaduais de meio ambiente realizar o levantamento das causas, da dinâmica e das consequências do processo de desflorestamento na Amazônia, auxiliando a sua estratégia de combate e prevenção ao desmatamento.

A estratégia de fiscalização integrada executada pelo Ibama é baseada nos seguintes pontos:

>> Uso intensivo de sensores aerotransportados para identificação de corte seletivo de madeira;

>> Adoção de sistemas de comunicação via satélite, instalados nos veículos da fiscalização do Ibama, para a consulta de cadastros, possibilitando a verificação da documentação e a existência de irregularidades; e

>> Identificação, difusão e aplicação de tecnologias para o uso sustentado da floresta, visando substituir práticas agrícolas e florestais não compatíveis com o meio ambiente.

Como resultado, o monitoramento das áreas de interesse é feito por meio da emissão de autos de infração, de autorizações de transporte de produtos florestais e de laudos de vistoria, além de se permitir o acompanhamento do trabalho dos fiscais, uma vez que cada veículo é monitorado.

Os dados do Prodes não são, por si só, suficientes para ações de prevenção e de fiscalização, devido ao tempo que levam para ser produzidos e por incluir apenas as áreas de corte raso. Por isto, a partir de 2004, o INPE implementou o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter), para o monitoramento contínuo do desmatamento e da degradação florestal[46] e que vem auxiliando o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm)[47].

O Deter fornece a localização e a dimensão aproximada de novas ocorrências de mudanças na vegetação para auxiliar ações de fiscalização e controle do desmatamento. Esse sistema utiliza imagens dos sensores MODIS, a bordo do satélite TERRA, da NASA, e WFI, a bordo do satélite brasileiro CBERS-2B do INPE. Esses sensores cobrem a Amazônia com alta frequência temporal, de dois e cinco dias, respectivamente, mas com resolução espacial moderada, de 250 metros. Com essa resolução espacial, as imagens desses sensores permitem apenas a detecção de desmatamentos cujas áreas sejam superiores a 25 hectares. As medidas do Deter são, assim, mais imprecisas que o Prodes, mas feitas com maior frequência.

---

*46 Ver: http://www.obt.inpe.br/deter/*
*47 Para detalhamento do PPCDAm ver Volume II desta Comunicação Nacional.*

Para auxiliar a fiscalização e o controle do uso ilegal da floresta, o Deter usa um conceito de desmatamento mais abrangente do que o do Prodes. O Prodes apenas identifica e contabiliza as áreas que evidenciam ser de corte raso, ou seja, o estágio final do processo de desmatamento. No Deter, toda alteração da cobertura florestal verificada no período de análise é apontada como área de alerta e passível de fiscalização, sem discriminar o estágio do processo de desmatamento. Assim, o Deter procura identificar os estágios intermediários do processo de desmatamento. A cada 15 dias, quando as condições de observação são favoráveis, o Deter produz um mapa digital com todas as ocorrências de desmatamento observadas na quinzena anterior. Dessa forma, permite aos órgãos responsáveis pela fiscalização planejar suas ações de campo e operações de combate ao desmatamento ilegal.

A partir de maio de 2008, o INPE passou a qualificar os alertas de desmatamento emitidos mensalmente pelo Deter. A qualificação é feita através da análise de amostra dos polígonos do Deter em imagens de melhor resolução (LANDSAT e/ ou CBERS).

Os alertas são sobrepostos às imagens de melhor resolução espacial e então classificados como Corte Raso ou Degradação Florestal de Intensidade Leve, Moderada ou Alta. Os alertas não confirmados como desmatamento, também são contabilizados. O sistema de alertas do Deter vem apresentando boa média de confirmação de eventos de desmatamento.

Em 2008, o INPE desenvolveu o sistema Degrad[48], em função das indicações do crescimento da degradação florestal da Amazônia obtidas a partir dos dados do Deter. Trata-se de um novo sistema destinado a mapear áreas em processo de desmatamento em imagens LANDSAT e CBERS, onde a cobertura florestal ainda não foi totalmente removida. O objetivo desse sistema é mapear, em detalhes, áreas de floresta com tendência a ser convertida a corte raso. Essas áreas não são computadas pelo Prodes. Assim como o Prodes, a área mínima mapeada pelo Degrad é de 6,25 hectares.

Adicionalmente, o INPE mantém, desde 1985, um sistema operacional de monitoramento de queimadas por satélite para todo o Brasil e boa parte da América do Sul. Para isto, desenvolveu metodologias e programas para identificar focos de calor em imagens de satélites de baixa resolução, como os da série NOAA, GOES, TERRA, AQUA e METEOSAT.

Desde 1988, inicialmente com o Programa de Prevenção e Controle de Queimadas e Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento (Proarco), o governo vem promovendo ações para extinguir o uso ilegal do fogo e queimadas. Extinto em 2006, as atividades do Proarco foram repassadas ao Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO), criado em 1989, no âmbito da estrutura do Ibama. O PREVFOGO tem a finalidade, entre outras, de desenvolver programas para ordenar, monitorar, prevenir e combater incêndios florestais e, desenvolver e difundir técnicas de manejo controlado do fogo.

## 2.2.8. Programa Pirata

O Programa Pirata (*Pilot Research Moored Array in the Tropical Atlantic*) reúne cientistas brasileiros, franceses e norte-americanos, implementado por meio de cooperação internacional envolvendo o Instituto Nacional

48 *Ver: http://www.obt.inpe.br/degrad/*

de Pesquisas Espaciais (INPE), pelo Brasil; a Metéo France e Instituto de Pesquisas para o Desenvolvimento (IRD, sigla em francês de *Institut de Recherche pour le Développement*), pela França; e Administração Nacional Atmosférica e Oceânica dos EUA (NOAA, sigla em inglês de *National Oceanic and Atmospheric Administration*), pelos EUA. O objetivo do Programa Pirata, considerado um dos cinco maiores programas oceanográficos do mundo, consiste em estudar as interações oceano-atmosfera no Atlântico tropical e os seus impactos na variabilidade climática regional em escalas sazonais, interanuais ou de período mais longos. Os dados do Programa Pirata permitem também a formulação de modelos de previsão sazonal do clima nessa região e nas áreas continentais subjacentes.

No Brasil, o Programa Pirata é regido pelo Comitê Nacional do Projeto Pirata, que conta com cinco instituições: o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que o preside; a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN); o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP); a Fundação Cearense de Meteorologia (Funceme); e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Também contribuem para o Programa Pirata Brasil o Laboratório de Meteorologia de Pernambuco (LAMEPE) e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

O projeto consiste na implantação, no Oceano Atlântico tropical, de um sistema piloto que permita a obtenção de dados atmosféricos e oceânicos, o qual contou com o lançamento e a manutenção de doze boias "Atlas" (da sigla em inglês de *Autonomous Temperature Line Aquisition System*), entre 1997 e 2000, ancoradas em alto mar, no meio do Oceano Atlântico e próximas ao Equador, até uma profundidade de cinco mil metros. Atualmente, conta com um total de dezesseis sistemas ancorados, sendo dez do arranjo original (1997-1998) ao longo do Equador (35W, 23W, 10W, 0W) e nas longitudes 38W (4N, 8N, 12N e 15N) e 10W (6S, 10S) três em duas extensões sudoeste, lançadas em 2005, e duas lançadas na extensão nordeste, em 2006, mesmo ano em que foi lançada uma boia na extensão Sudeste do Oceano.

As boias, conjuntamente com marégrafos e estações meteorológicas dotadas de Plataformas de Coletas de Dados (PCD) nos arquipélagos de São Pedro e São Paulo e no de Fernando de Noronha, medem a temperatura e a salinidade da camada superficial do mar até 500 m de profundidade e obtêm dados sobre as condições meteorológicas e o nível do mar da região. Os dados obtidos são transmitidos via satélite por meio dos serviços ARGOS[49] e INPE/SCD[50] e disponíveis em tempo "quase-real" na internet. Além desses, um subconjunto das boias do arranjo Pirata medem continuamente as concentrações de $O_2$ e $CO_2$ dissolvidos na água do mar.

Durante a fase piloto do programa Pirata, de 1997 a 2000, avaliaram-se os problemas logísticos, de engenharia e de manutenção que pudessem surgir na implementação de tal sistema de observação. Durante a fase de consolidação, de 2001 a 2007, foi testada a longevidade dos procedimentos de manutenção e aprimorados os aspectos logísticos de intercâmbio de materiais entre os Estados Unidos, Brasil e França. A partir de 2008, a rede entrou em sua fase "permanente", ou seja, tornou-se uma rede de referência internacional de monitoramento do Atlântico Tropical, reconhecida pelos painéis WCRP/ *Atlantic Panel* e o *Oceans Observations Climate Panel* (OOCP). Além disso, as informações levantadas pelo Pirata representam grande contribuição para o esforço internacional de pesquisa empreendido pelo Programa Mundial de Pesquisa Climática  (WCRP, sigla em inglês de *World Climate Research Program*), especialmente para as atividades posteriores ao *Tropical Ocean Global Atmosphere* (TOGA) (CLIVAR – GOALS), que fez o monitoramento do Oceano Pacífico, nas mesmas diretrizes, entre 1985 e 1994.

*49 Argos é um sistema de satélite artificial que coleta, processa e dissemina informação ambiental desde plataformas fixas e móveis em todo o mundo.*
*50 SDC é satélite brasileiro de coleta de dados.*

O interesse do Brasil no Programa Pirata decorre do fato de que, sob o ponto de vista meteorológico e oceanográfico, faz-se necessário o permanente monitoramento dessa região, incluídos aspectos do transporte do calor inter-hemisférico que ocorre na subsuperfície do oceano daquela região. Além disso, os dados coletados são imprescindíveis para a melhoria da previsão climática, bem como para previsões de tempo em mais curto prazo. As anomalias de temperatura acabam determinando eventos extremos de chuvas no Nordeste do país, somente previsíveis se houver um acompanhamento permanente dessa variável.

Com mais de 350 mil arquivos de dados distribuídos somente pela página do PMEL/NOAA gratuitamente via internet e 139 artigos publicados em revistas com corpo editorial no período de 1998 a 2012, o Projeto Pirata constitui-se em uma demonstração de sucesso científico e de exemplo de cooperação internacional com vista ao monitoramento oceânico global para estudos de variabilidade climática e de mudança global do clima.

Além do Programa Pirata, o Brasil também desenvolve outras iniciativas oceanográficas de excelência: rede de observação por meio de boias fixas e de deriva no Atlântico Sul e Tropical (PNBOIA); rede permanente de monitoramento do nível médio do mar (GLOSS/Brasil); rede de monitoramento de ondas em águas rasas (Rede Ondas); projeto de monitoramento da caracterização da estrutura térmica, a partir de linhas de Alta Densidade de XBT entre o Rio de Janeiro e a Ilha da Trindade (MOVAR). Juntas, essas iniciativas integram e contribuem para o Sistema Global de Observação dos Oceanos (GOOS) e para o avanço científico em termos de conhecimento sobre as mudanças climáticas globais e seus impactos sobre as zonas costeiras.

## 2.2.9. Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta)

Durante o II Workshop de Mudanças Climáticas em Zonas Costeiras, em Salvador (BA) em novembro de 2011, os componentes da sub-rede Zonas Costeiras da Rede CLIMA decidiram pela necessidade imprescindível de monitorar as propriedades físicas, químicas e biológicas das águas costeiras de forma contínua e que fosse de fácil acesso à comunidade científica e aos gestores públicos. Concluiu-se, portanto, pela necessidade de implantar o Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta), de abrangência nacional.

Trata-se de sistemas ancorados, dotados de boias de superfície que, além de servirem de suporte para equipamentos oceanográficos colocados em seu cabo de conexão, servem, também, para a fixação de aparelhos medidores da área meteorológica e do sistema de transmissão de dados via rádio, telefone ou satélite.

O projeto SiMCosta, que conta com recursos do MCTI, do CNPq e do Fundo Clima, visa a implantação e manutenção de uma rede de monitoramento em fluxo contínuo de variáveis oceanográficas e meteorológicas ao longo da costa brasileira. Em médio prazo, espera-se, atender toda a região costeira ao longo do território brasileiro.

Os dados obtidos pela rede de monitoramento devem permitir:

- estabelecer um sistema de alerta para casos de ocorrência de eventos extremos;
- antever os processos ligados aos efeitos climáticos, como os eventos de *El Niño/ La Niña;*
- identificar tendências de longo período;
- mapear vulnerabilidades da zona costeira;
- prever impactos sobre os meios físico, biótico e socioeconômico da zona costeira;
- gerar cenários futuros;

- >> avaliar as alternativas de mitigação;
- >> fornecer informações para modelagens e análises de variáveis e estado dos ecossistemas costeiros;
- >> expandir da capacidade nacional de desenvolver e administrar sistemas de observação oceanográfica.

## 2.2.10. Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA)

O Experimento da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) era um projeto de pesquisa internacional dos Estados Unidos, da União Europeia e de institutos de pesquisa e de universidades brasileiras. Em 2007, ele tornou-se um programa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), responde pela coordenação científica, o que inclui coordenar o trabalho de 288 instituições parceiras.

O programa de pesquisa do LBA é abrangente e orientado pela necessidade de se entender o funcionamento complexo dos ecossistemas naturais da Bacia Amazônica com foco no bioma floresta tropical, o de maior extensão do planeta, e nos impactos das transformações relacionadas às mudanças no uso da terra que ocorrem como parte do desenvolvimento e ocupação do solo. Assim, busca-se entender como as mudanças no uso da terra e no clima poderão afetar os processos biogeoquímicos ao nível da bacia, e também o desenvolvimento sustentável da região, além de sua interação com o clima global.

O Programa LBA encontra-se na sua Fase 2. O Plano Científico do LBA para a Fase 2 foi elaborado por meio de uma série de reuniões envolvendo o MCTI, institutos de pesquisa e universidades brasileiras. O programa inicial (LBA Fase 1) foi reestruturado após análise cuidadosa dos resultados da Fase 1 e baseando-se numa visão de futuro de pesquisas na Amazônia, feita pelos membros do Comitê Científico Internacional do LBA. Assim, foram definidos três focos integradores: (i) o ambiente amazônico em mudança; (ii) a sustentabilidade dos serviços ambientais e os sistemas de produção terrestres e aquáticos; (iii) variabilidade das mudanças climáticas e hidrológicas – retroalimentação, adaptação e mitigação.

Esses três focos estão estruturados em áreas interdisciplinares, organizadas em três eixos temáticos: (i) interações físico-químicas multiescalares na interface biosfera-atmosfera na Amazônia; (ii) dimensões sociais das mudanças ambientais e as dinâmicas de uso e cobertura da terra na Amazônia; (iii) processos físico-químico-biológicos nos sistemas aquáticos e terrestres e suas interações.

Essa estrutura interdisciplinar é voltada para responder duas perguntas básicas que norteiam o programa de pesquisa do LBA: (i) De que modo a Amazônia funciona, atualmente, como uma entidade regional? (ii) De que modo as mudanças dos usos da terra e do clima afetam o funcionamento biológico, químico e físico da Amazônia, incluindo sua sustentabilidade e sua influência no clima global?

Durante os dez primeiros anos de existência (1998-2007), o LBA contou com a NASA e outras instituições dos Estados Unidos e da Europa como parceiras. Juntas, elas contribuíram com cerca de metade dos US$ 100 milhões investidos nesse período. Hoje, transformado em programa governamental, o LBA conta com recursos brasileiros orçados no Plano Plurianual que garantem a manutenção de sua infraestrutura básica. Outras fontes de recursos são buscadas para garantir a contínua ampliação das pesquisas e estudos.

Atualmente, o LBA possui 45 projetos de pesquisa em andamento financiados por diferentes instituições. A construção de uma torre de observação de 320 m de altura (ATTO) será importante para vários desses projetos. A torre servirá como plataforma de longo prazo para investigações de clima, física e química atmosférica e ecossistemas amazônicos, inclusive de impactos antropogênicos. Os resultados são previstos para uso em modelos de ciclo / balanço de carbono.

Outra importante iniciativa do LBA que dá base às suas próprias atividades é o seu eixo de atuação em treinamento e educação, presente desde o início. O Programa LBA foi inovador ao estabelecer linhas de pesquisa em temas que não faziam parte da agenda de pesquisa da maioria das instituições amazônicas e, também ao fazer uso de tecnologia de ponta que não existia na região. Muitas linhas de pesquisa do LBA não eram desenvolvidas em instituições amazônicas e do Cerrado. Por isso, o LBA, desde a sua concepção, ainda na fase de planejamento, teve de investir na formação de recursos humanos e em treinamento de pessoal para começar suas atividades de pesquisa e dar a elas continuidade. Assim surgiu o componente de treinamento e educação do LBA, criado em 1995, com as tarefas específicas de desenvolver os recursos humanos para o programa, com ênfase na Amazônia e na região contígua do Cerrado, e fornecer um retorno direto para os países anfitriões em termos do fortalecimento de suas comunidades científicas.

Em dez anos, o LBA conseguiu ultrapassar a meta que havia estipulado, de formar uma centena de doutores, superando-a em cento e quarenta indivíduos.

### 2.2.11. Programa Antártico Brasileiro (Proantar)

A Antártica tem um papel essencial nos sistemas naturais globais. É o principal regulador térmico do planeta, controla as circulações atmosféricas e oceânicas, influenciando o clima e as condições de vida na Terra. Além disso, é detentora das maiores reservas de gelo (90%) e água doce (70%) do mundo.

Ao longo das últimas décadas, importantes observações científicas, entre as quais as relativas à redução da camada protetora de ozônio da atmosfera, à poluição atmosférica e à desintegração parcial do gelo na periferia do continente, evidenciaram a sensibilidade da região polar austral às mudanças climáticas globais.

A pesquisa científica da região austral é de suma importância para o entendimento do funcionamento do sistema Terra. Esclarecer as complexas interações entre os processos naturais antárticos e globais é, portanto, essencial para a preservação da vida humana.

A condição do Brasil de país atlântico, situado a uma relativa proximidade da região antártica, sendo o sétimo país mais próximo e, as influências dos fenômenos naturais que lá ocorrem sobre o território nacional, já de início, justificam plenamente o histórico interesse brasileiro sobre o continente austral. Essas circunstâncias, além de motivações estratégicas, de ordem geopolítica e econômica, foram fatores determinantes para que o País aderisse ao Tratado da Antártica, em 1975, e desse início ao Programa Antártico Brasileiro (Proantar), em 1982.

O Proantar é um programa cuja implementação está a cargo da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM)[51].

*51 Mais informações em: http://www.mar.mil.br/secirm/portugues/proantar.html*

Desde o início do PROANTAR até 2002, o financiamento baseou-se em projetos de demanda espontânea, nas mais diversas disciplinas de Ciências da Atmosfera, da Terra e da Vida. Em 2002, por iniciativa do MMA, em convênio com o CNPq, novas pesquisas foram induzidas através de duas grandes redes voltadas para: (1) O impacto das mudanças ambientais globais na Antártica e suas consequências para o Brasil; (2) A avaliação do impacto ambiental das próprias atividades brasileiras naquela região.

Nesse âmbito, o Brasil participou de diversas iniciativas organizadas pelo programa do *International Council for Science* (ICSU) e Organização Meteorológica Mundial (OMM). Os principais projetos brasileiros tiveram foco na: (a) Interação entre as regiões da plataforma continental e o talude (região de quebra da plataforma continental) antárticos; (b) Efeitos da circulação oceânica no clima antártico e suas conexões com a América do Sul; (c) Química e física da alta atmosfera e sua conexão com a América do Sul; (d) Balanço de massa das geleiras da Península Antártica e seu impacto nos ecossistemas locais; (e) Estudo de adaptações evolutivas dos peixes antárticos; (f) Impacto das alterações ambientais locais nas estações antárticas.

Em 2012, a Expedição Criosfera, concebida e realizada pela comunidade científica nacional, marcou um novo estágio no Proantar, ao implantar um novo laboratório científico. Esse módulo, chamado Criosfera 1, transmite desde então dados meteorológicos e da química atmosférica diretamente para o Brasil. Essas informações são essenciais para melhorar as previsões meteorológicas no Brasil e para estudos sobre o impacto das mudanças climáticas.

## 2.2.12. Monitoramento de Cenários de Mitigação

Uma avaliação completa do potencial de redução e de custos de emissões de gases de efeito estufa (GEE) são cruciais aos esforços de construir e orientar as políticas climáticas de modo a conciliar esforços de mitigação com o desenvolvimento econômico e com a qualidade socioambiental local.

O Brasil tem avançado na criação de capacidade nacional para o monitoramento de cenários futuros de emissão de GEE e opções de mitigação. Atualmente existem dois projetos de pesquisa em andamento: Opções de Mitigação de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil, conduzido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), e o Projeto Implicações Econômicas e Sociais (IES Brasil), coordenado pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas Globais, com o apoio institucional de diferentes ministérios, incluindo o MCTI.

### *Opções de Mitigação de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil*

Este projeto é promovido pelo MCTI em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e conta com o apoio financeiro do *Global Environment Fund* (GEF).

O projeto irá estabelecer cenários de base setoriais específicos, a partir dos dados mais recentes disponíveis (cenário de referência) para os períodos 2012-2035 e 2035-2050; e estimar os potenciais técnicos e de mercado além dos custos de abatimento para a redução de emissões de GEE. Isso será feito para cada um dos setores selecionados: indústria; produção e transformação de energia; transportes; residencial e serviços; agropecuária; mudanças nos usos da terra e florestas; gestão de resíduos, bem como para alternativas intersetoriais específicas.

Esse esforço levará à elaboração de um banco de dados sobre mitigação de GEE para cada um dos setores mencionados acima, o que vai colaborar para a condução das políticas climáticas e para a capacitação com relação às ações de mitigação do governo brasileiro. A análise dos resultados será feita com base em três cenários escolhidos: cenário de referência (linha de base), cenário de baixo carbono e cenário de baixo carbono com inovação.

No escopo do projeto também será avaliado o real potencial de mitigação, considerando a economia brasileira como um todo – evitando a dupla contagem de medidas de mitigação – e analisado os potenciais impactos da adoção de políticas de baixo carbono sobre a economia brasileira.

Além da pesquisa, um importante componente do projeto é a capacitação. Por meio dele, busca-se incrementar a capacidade e as habilidades técnicas de atores governamentais e não governamentais para identificar opções de mitigação; quantificar seus respectivos potenciais e custos para os diversos setores da economia brasileira; e de avaliar os possíveis impactos das diferentes políticas climáticas sobre a economia brasileira. O objetivo é reforçar as capacidades locais e a preparação para a implementação de políticas de mitigação das mudanças climáticas. A capacitação levará em conta três dimensões: i) a capacidade institucional de promover o desenvolvimento de políticas, procedimentos, regulamentos e os sistemas de metas e incentivos que constituem as ações de mitigação de emissões de GEE; ii) a capacidade organizacional de elevar a capacidade de planejamento e gestão de indivíduos, por meio da criação de metas e mecanismos e recursos internos; e, por fim, iii) a capacidade de recursos humanos de treinamento do pessoal governamental na definição de objetivos, na elaboração e gestão de programas de políticas climáticas, na mobilização de recursos e na implementação da política climática.

Portanto, o projeto Opções de Mitigação tem importância estratégica na estimativa dos custos do potencial de mitigação para a competitividade industrial (impactos diretos) e para a economia brasileira (impactos indiretos) e, ao mesmo tempo, na avaliação da possibilidade de ganhos, por meio da inovação, para a redução das emissões de GEE no Brasil.

### *Implicações Econômicas e Sociais (Projeto IES–Brasil)*

O projeto IES–Brasil, que é coordenado pelo Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC), reúne um conjunto de esforços de diferentes setores da sociedade brasileira. Seu propósito, baseado no impacto que a emissão dos GEE exerce sobre o campo social e o crescimento econômico, consiste em identificar distintas trajetórias de desenvolvimento que alinhem objetivos socioeconômicos e ambientais. Para tanto, elabora cenários econômicos para os períodos 2020-2030 e 2031-2050 julgados pertinentes pelos setores mobilizados. Dessa forma, identifica políticas de mitigação que revelem melhores respostas quanto a seus impactos econômicos e sociais.

O conceito do projeto IES–Brasil parte de uma colaboração internacional liderada pela iniciativa "*Mitigation Action Plans and Scenarios*" (MAPS). Diversos países do hemisfério sul decidiram levar à frente processos participativos, a partir da iniciativa MAPS, para modelar e entender os efeitos de políticas de mitigação de GEE, tentando alinhar desenvolvimento econômico e social. O primeiro processo deste tipo ocorreu na África do Sul, e projetos similares estão em curso no Chile, Colômbia e Peru. O projeto IES–Brasil se beneficia da colaboração entre as equipes de pesquisa e facilitação dos diferentes países envolvidos na iniciativa.

Um diferencial do IES–Brasil é que ele pretende gerar diferentes cenários de emissões de GEE de médio e longo prazo para o Brasil, por meio de um processo participativo, envolvendo desde o princípio o governo, o setor privado, a academia e a sociedade civil. O projeto também fornecerá elementos para as estratégias de mitigação empresariais e de organizações da sociedade civil atuantes nesse campo, provendo-se governo e sociedade de seus resultados com a certeza de que um alto nível de contribuição das partes interessadas foi considerado e que as melhores práticas e profissionais de pesquisa foram envolvidos.

Para a execução da pesquisa, o FBMC estabeleceu um comitê multidisciplinar de especialistas (Comitê de Elaboração de Cenários – CEC) que discutirá e selecionará as hipóteses e dados de entrada necessários para alimentar a ferramenta de modelagem. Esse comitê irá decidir em conjunto, ou por meio da criação de Grupos de Trabalho, os valores de diversas variáveis de entrada para a simulação dos cenários. Seus membros serão aqueles com experiência nos setores em que atuam.

O tratamento das informações ficará a cargo do Comitê de Pesquisa e Modelagem (CPM), que irá executar os modelos e relatar os resultados. O FBMC facilitará todas as reuniões e interações entre o CEC e o CPM.

O projeto IES–Brasil conta com o apoio institucional de diversos ministérios: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; Ministério do Meio Ambiente; Ministério de Minas e Energia; Ministério da Fazenda; Ministério de Relações Exteriores; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão e Casa Civil da Presidência da República.

## 2.3. TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

O problema da mudança global do clima é eminentemente científico e tecnológico no curto e médio prazos. É científico porque consiste na definição da mudança do clima, suas causas, intensidade, vulnerabilidades, impactos e redução das incertezas. E é tecnológico porque as medidas de combate ao aquecimento global passam por ações que visam a promoção e a cooperação para o desenvolvimento, aplicação e difusão, inclusive transferência de tecnologias, práticas e processos que previnam o problema e seus efeitos adversos.

Conforme descrito no item 3 deste Volume I, o MCTI, por meio da sua Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima (CGMC), é a Entidade Nacional Designada do Brasil junto ao Mecanismo Tecnológico da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.

O Mecanismo Tecnológico foi definido pelos acordos de Cancun, em 2010, caracterizando-se por uma abordagem mais dinâmica, focada na capacitação, na avaliação das necessidades de tecnologia, na inovação, na promoção de parcerias público-privadas, no fomento de atividades de pesquisa e desenvolvimento, e na mobilização de centros tecnológicos, redes nacionais, regionais e internacionais.

O MCTI reconhece que o alcance do objetivo final da Convenção do Clima irá requerer inovações tecnológicas, assim como uma rápida e extensiva transferência e implementação de tecnologias, incluindo *know how* para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e para adaptação aos impactos da mudança do clima. Sendo assim, o Ministério iniciou uma agenda de trabalho voltada à elaboração de pesquisas e estudos técnicos que compõem o projeto brasileiro "Avaliação das Necessidades Tecnológicas para o Brasil" (*Technology Needs Assessment for Climate Change* – TNA), um passo para a internalização do Mecanismo Tecnológico no Brasil.

O Projeto TNA tem por objetivos apoiar o Brasil na análise de suas necessidades e prioridades tecnológicas para o estabelecimento de uma economia de baixo carbono e resiliente aos efeitos negativos da mudança do clima, além de desenvolver um Plano de Ação Tecnológica nacional (TAP, em inglês), que estabelecerá as atividades a serem realizadas para permitir a internalização e a disseminação das tecnologias priorizadas no país.

Vale destacar, conforme será visto nas próximas subseções, que antes mesmo da Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima vir a ser Entidade Nacional Designada junto ao Mecanismo Tecnológico da Convenção, o Brasil já vinha procurando identificar suas Necessidades Tecnológicas em relação à Energia e quais as áreas relacionadas à vulnerabilidade, impactos e adaptação deveriam receber maior atenção por meio da Política de Ciência, Tecnologia e Inovação.

O tema da cooperação internacional e transferência de tecnologia é também uma área de atuação do governo brasileiro. Em conformidade com o art. 4º, § 1º, alínea (c) da Convenção, o Brasil, levando em conta suas responsabilidades comuns mas diferenciadas e suas prioridades de desenvolvimento, objetivos e circunstâncias específicas, nacionais e regionais, contribui para "promover e cooperar para o desenvolvimento, aplicação e difusão, inclusive transferência de tecnologias, práticas e processos que controlem, reduzam ou previnam as emissões antrópicas de gases de efeito estufa não controlados pelo Protocolo de Montreal em todos os setores pertinentes". Ressaltam-se, igualmente, as disposições da Convenção sobre transferência de tecnologia, contidas em seu art. 4º, §§ 3º, 5º, 7º, 8º e 9º.

Deve-se reconhecer que uma rápida e efetiva redução de emissões de gases de efeito estufa e a necessidade de adaptar-se aos efeitos adversos da mudança do clima requerem acesso à difusão e/ou transferência de tecnologias sustentáveis.

O Brasil considera a expressão "transferência de tecnologia" de forma abrangente, compreendendo os diferentes estágios do ciclo tecnológico, incluindo pesquisa e desenvolvimento (P&D) demonstração, aumento de escala (*deployment*), difusão e transferência de tecnologia em si, tanto referente à mitigação quanto à adaptação.

A perspectiva brasileira é que o desenvolvimento e a transferência de tecnologia relativa à mudança global do clima devem apoiar tanto ações de mitigação e adaptação, de forma a se alcançar o objetivo da Convenção. Na busca deste objetivo, a identificação de necessidades tecnológicas deve ser determinada com base em circunstâncias e prioridades nacionais.

## 2.3.1. Necessidades Tecnológicas em Relação à Energia

Nesta seção, destacam-se as necessidades tecnológicas do país em relação à energia, de maneira que se combine o atendimento às crescentes demandas com fontes menos emissoras de gases de efeito estufa. No entanto, esta seção não busca apenas identificar as tecnologias que o país necessita receber, mas também o grande potencial de tecnologias endógenas que podem ser difundidas e/ou transferidas a outros países, principalmente em desenvolvimento, por meio de cooperação Sul-Sul ou triangular (Norte-Sul-Sul). O etanol produzido de cana-de-açúcar é um desses exemplos, bem como avanços tecnológicos alcançados no setor agrícola.

O Brasil possui um grande desafio nas próximas décadas para buscar soluções que atendam a crescente demanda por energia e, ao mesmo tempo, satisfaçam critérios de economicidade, segurança de suprimento, saúde pública, garantia de acesso universal e sustentabilidade ambiental. Para satisfazer esses critérios, significativos esforços em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) deverão ser iniciados imediatamente e nos próximos anos para atender a demanda de energia estimada para 2030-2050.

Nesse contexto, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) tem desenvolvido estudos voltados a identificar o *status* atual de diversas tecnologias relacionadas à geração de energia e a explorar o interesse e as oportunidades de transferência/cooperação entre o Brasil e o exterior em relação às mesmas. Esses estudos visam a oferecer subsídios às negociações internacionais relacionadas às tecnologias de energia com potencial para mitigar as emissões de gases de efeito estufa.

No tocante a tecnologias para geração de eletricidade a partir de gás natural e carvão mineral, o Brasil tem necessidade de receber as tecnologias mais modernas baseadas nesses combustíveis, inclusive de outros países em desenvolvimento, como a África do Sul. O Brasil possui conhecimento na área de carvão pulverizado, por existir atualmente usinas desse tipo no país; contudo, não há iniciativas em pesquisas em sistemas de carvão ultrasupercríticos. No caso de turbinas a gás de grande porte, trata-se de tecnologia já utilizada no país e em escala comercial, por meio de empresas multinacionais. Turbinas a gás de pequeno porte, como as necessárias para o aproveitamento de biogás gerado nos aterros sanitários, começam a despertar interesse no Brasil e já existem grupos de pesquisa atuando nessa área, possibilitando espaço para colaboração internacional em P&D aplicado.

No caso de tecnologias para geração de eletricidade a partir da energia nuclear, o Brasil possui conhecimento na área de produção do combustível, inclusive a etapa de enriquecimento de urânio.

Em relação à energia solar fotovoltaica, existe interesse em buscar mais tecnologia nessa área e promover acordos de cooperação com centros de excelência reconhecidos internacionalmente, com o objetivo de capacitar recursos humanos, possibilitar troca de informações (como experiências, normatizações, medições e suporte) e promover a execução de projetos. O Brasil possui um grande parque industrial que extrai e beneficia o quartzo, transformando-o em silício grau metalúrgico, mas ainda não possui empresas que transformem o silício grau metalúrgico em grau solar.

No caso da energia eólica, essa é uma das fontes que mais cresce e cujos avanços tecnológicos estão rapidamente entrando no mercado. O país precisa acompanhar esses avanços. Há necessidade de adaptações de *softwares*, tecnologias e materiais, de maneira que sejam mais apropriados para as condições brasileiras. Existe espaço para P&D, pesquisa aplicada e nacionalização de componentes. Já existem indústrias instaladas no país, inclusive com acordos de transferência de tecnologia. O Brasil conta também com uma estrutura industrial capaz de potencialmente atender a demanda por novos aerogeradores e seus componentes. Os países detentores dessas tecnologias são principalmente a Alemanha, a Dinamarca e os Estados Unidos. China e Índia já possuem expressivos programas de fabricação e instalação de aerogeradores.

Em relação à gaseificação da biomassa, a qual ainda encontra-se em desenvolvimento no âmbito internacional, o Brasil tem interesse em sua maior utilização. O Plano de Energia 2030 já contempla a entrada de sistemas utilizando gaseificação e ciclo combinado no setor sucroalcooleiro. Já existem alguns grupos trabalhando com esse tema nas universidades brasileiras e mais recentemente observa-se um esforço do setor industrial no

desenvolvimento de protótipos. É uma área que pode se beneficiar de maior cooperação internacional com centros de pesquisa dos EUA e Europa. O conhecimento acadêmico que o país possui poderia ser transferido para países do Sul e do Norte.

A hidroeletricidade de médio e grande porte já é uma tecnologia madura no Brasil e no mundo. Já as Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs) apresentam um potencial de desenvolvimento tecnológico no mundo. Existe *expertise* no país principalmente nas áreas de otimização de projetos de turbinas hidráulicas e engenharia civil, sendo que, atualmente, a maior parte dessas atividades é realizada por empresas privadas. Em termos de transferência de tecnologia, essa é uma área na qual o país pode exportar conhecimento, produtos e serviços, tanto para países do Sul como do Norte.

No que diz respeito ao hidrogênio, sua produção já é realizada no país, mas sua utilização em maior escala, com fins energéticos, necessita de esforços adicionais para redução de seus custos. Existem possibilidades de desenvolvimento conjuntos entre o Brasil e diversos países desenvolvidos e alguns em desenvolvimento, como têm sido explorados no âmbito da "Parceria Internacional para uma Economia de Hidrogênio" (*International Partnership for a Hydrogen Economy*). O Brasil já detém conhecimento em algumas áreas e tecnologias de produção de hidrogênio[52] (por eletrólise da água, reforma do etanol e gás natural) e tipos de células a combustível PEM[53] (da sigla em inglês *Próton Exchange Membrane*) para aplicações estacionárias e de porte reduzido, sendo que já existem inclusive pequenas empresas nessa área. Vale destacar que o Brasil também possui projetos pilotos em estágios avançados de ônibus movido a hidrogênio.

Em relação ao gás natural, embora a tecnologia de gás natural liquefeito (GNL) já seja utilizada em escala comercial no mundo, o Brasil ainda não possui conhecimento suficiente na área e atualmente os esforços são no sentido de aquisição de tecnologia de liquefação e re-gaseificação do gás natural. O Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez (CENPES), da Petrobras, está desenvolvendo esforços de aquisição de conhecimento e levantamento do estado da arte de tecnologias de GNL, mas ainda não existe capacitação industrial nessa área. No caso da tecnologia *gas to liquids* (GTL) e mesmo *coal to liquids* (CTL), também existe um conhecimento limitado no país, que encontra-se mais desenvolvido no CENPES. Algumas universidades e outros centros de pesquisa também atuam nessa área, embora ainda não haja capacitação industrial no Brasil.

O etanol resultante da fermentação de açúcar é completamente dominado no país e é uma tecnologia que o Brasil já começa a transferir para outros países, tanto desenvolvidos como em desenvolvimento, incluindo o *know-how* para sua integração ao sistema de derivados de petróleo, conforme será detalhado na próxima subseção sobre Cooperação Internacional. O Brasil também já começou a produzir o etanol de segunda geração – o etanol de lignocelulósico[54]. O país conta com diversos pesquisadores e centros onde localizam-se a maior parte do conhecimento, incluindo também algumas indústrias do setor sucroalcooleiro. Recentemente, foi criado o Centro de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE). Nessa área, é possível dizer que o Brasil tem possibilidades de transferir conhecimento para países em desenvolvimento e beneficiar-se com pesquisas colaborativas tanto com países desenvolvidos como em desenvolvimento.

52 *Ver item sobre Hidrogênio no Volume II desta Comunicação Nacional.*

53 *A célula a combustível do tipo PEM (do inglês Próton Exchange Membrane) utiliza uma membrana polimérica condutora de prótons. Em cada lado, é acoplado um eletrodo, condutor através do qual se fornece ou se retira corrente elétrica de um sistema, onde ocorrem as reações.*

54 *O etanol lignocelulósico é produzido a partir de todo tipo de biomassa vegetal, incluindo o lixo orgânico. O bagaço e a palha da cana são excelentes alternativas para o Brasil na produção do etanol lignocelulósico. As tecnologias relacionadas à produção deste tipo de etanol incluem as rotas termoquímicas (FisherTropsh) e bioquímicas (hidrólise ácida, hidrólise enzimática) para produção de biocombustíveis.*

Quanto à energia solar térmica de baixa temperatura, o Brasil domina a tecnologia de coletores planos. Seria importante desenvolver outras aplicações, como refrigeração, ar-condicionado, superfícies seletivas, tubos a vácuo e processos de fabricação automatizados. Embora exista capacitação nas universidades, ainda não se observam esforços coordenados e maior interação com empresas. É necessário, também, promover modernização da indústria nacional. Nessa área, o Brasil beneficiar-se-á de maior cooperação com outros países, como China e Israel, por exemplo.

O Brasil é atualmente o maior produtor mundial de carvão vegetal de origem plantada e possui posição de destaque no domínio tecnológico, muito embora necessite incorporar avanços, especialmente para aumentar a eficiência do processo de carbonização. O país teria, portanto, a oportunidade de transferir tecnologia para outros países, principalmente da América Latina, África e Ásia que consomem muito carvão vegetal. Existem empresas no país, de capital nacional e internacional, dedicadas à produção de carvão vegetal para a siderurgia.

O setor de biodiesel já é bastante desenvolvido no Brasil. O país possui grupos de pesquisa atuantes em toda a cadeia produtiva do biodiesel e existem oportunidades de transferência de tecnologia nacional para o exterior, bem como maior intercâmbio e cooperação com outros grandes produtores mundiais, como a Alemanha. O Brasil possui, também, um setor industrial capacitado para a produção de biodiesel com empresas de capital nacional.

No que diz respeito às tecnologias de captura e armazenamento de $CO_2$, muito embora essas tecnologias ainda estejam em fases iniciais de P&D, já existe no país interesse nessa área. Em 2006, a Petrobras criou uma Rede Temática de Sequestro de Carbono e Mudanças Climáticas e estabeleceu um Centro de Pesquisas sobre Armazenamento do Carbono (CEPAC). Todas as tecnologias que compõem o *Carbon Capture and Storage* (CCS) (captura, transporte, armazenamento e monitoramento) merecem atenção e requerem cooperação com outros países. Existe também a expectativa de desenvolvimento no país de captura e armazenamento de $CO_2$ a partir de fontes renováveis (*Renewable $CO_2$ Capture and Storage* – RCCS) com o objetivo de capturar e armazenar no subsolo o $CO_2$ emitido no processo de fermentação do açúcar, sobretudo na produção de etanol.

Tecnologias relacionadas com "redes inteligentes" (*smart grids*) estão em desenvolvimento no mundo. Aspectos como interconexão para geração distribuída, sistemas de armazenagem, sistemas de gerenciamento de cargas em tempo real, automação, entre outras, são áreas importantes para o desenvolvimento dessas tecnologias. O Brasil já possui certo conhecimento, com boa capacitação nas universidades, no CENPES e no Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). A ampliação desse conhecimento será fundamental para alavancar maior penetração de fontes como solar fotovoltaica, eólica e hidrogênio, sendo, portanto, desejável transferência de tecnologia e conhecimentos provenientes dos países desenvolvidos.

Apesar de recente, é crescente o interesse em baterias de lítio para fins automotivos, as quais poderão auxiliar a maior difusão de veículos elétricos. Trata-se de tecnologia em fase de demonstração e fortemente dominada por empresas multinacionais relacionadas com a indústria automotiva. No Brasil, existem empresas que fabricam diversos tipos de baterias, as quais poderão, quando devidamente capacitadas, dominar também essa nova tecnologia.

Em relação às tecnologias sociais, o Brasil tem investido, ao longo de muitos anos, em algumas tecnologias que capazes de transformar o mercado de energia com impactos sociais importantes. O caso da introdução do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) em substituição a lenha é um exemplo disso, assim como o etanol. Houve preocupação em transformar o mercado existente, criando fornecedores, empresas distribuidoras e pontos de vendas para os novos fogões e, posteriormente, uma consolidação desse mercado. No mundo, existem cerca de dois bilhões de

pessoas que ainda utilizam lenha para cocção. É uma oportunidade para levar esse *know-how* para esses países e, ainda, possibilidade de outros combustíveis mais limpos para esse uso final, como é o caso do etanol, que poderia ser também produzido em pequenas destilarias (outra tecnologia dominada pelo país).

O Brasil tem investido cerca de R$ 100 milhões anualmente em programas de eficiência energética para população de baixa renda. Esses programas têm sido conduzidos pelas concessionárias de eletricidade e têm contribuído para fomentar o mercado interno de fornecedores de equipamentos mais eficientes como lâmpadas, refrigeradores e aquecedores solares para uso residencial. Esses programas vêm sendo desenvolvidos para a população urbana e periurbana em situações de considerável dificuldade logística. Existe, portanto, um *know-how* para implementação de programas desse tipo em larga escala, o qual pode ser transferido para outros países em desenvolvimento[55].

Cabe ressaltar a necessidade de desenvolvimento de mais pesquisas voltadas para o setor de transporte, sobretudo no que diz respeito a ônibus a hidrogênio e tecnologias *flex-fuel*, principalmente aquela voltada a veículos pesados.

## 2.3.2. Cooperação Internacional

O Brasil atribui especial importância à cooperação internacional, entendendo que a troca de experiências, conhecimentos e tecnologias entre países materializa o sentimento de solidariedade e responsabilidade entre os povos, beneficiando todas as partes envolvidas na cooperação. Os projetos de cooperação técnica revelam-se eficientes promotores do desenvolvimento social, além de representarem os esforços de muitos profissionais, demonstrando que, com disposição e vontade política, é possível realizar atividades de importante valor socioeconômico voltadas para a mitigação e adaptação à mudança global do clima.

Esse item tem como foco as principais iniciativas conjuntas e parcerias do Brasil com outros países, na área de: fontes renováveis de energia, modelagem climática e estudos de impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas globais, tecnologias agrícolas para a adaptação e promoção da segurança alimentar e nutricional, gestão dos recursos hídricos e promoção da segurança hídrica em contexto de mudança global do clima.

### 2.3.2.1. Fomento à produção de fontes renováveis de energia

#### ***Biocombustíveis***[56]

A natureza do tema conduz à liderança do Ministério das Relações Exteriores (MRE) nas negociações internacionais. Para isto, esse ministério criou a Divisão de Recursos Energéticos Novos e Renováveis, encarregada de propor diretrizes de política exterior e coordenar a participação do governo brasileiro em negociações bilaterais,

55 *Ver Volume II desta Comunicação Nacional.*
56 *O estudo de Sergio Schlesinger (2012), "Cooperação e Investimentos Internacionais do Brasil: a internacionalização do etanol e do biodiesel" é importante fonte de pesquisa desta subseção e alguns trechos citados são extraídos na íntegra da referida publicação.*

regionais e em organismos internacionais sobre o tema. Dessa forma, o MRE tem participado de foros multilaterais, como a *Global Bioenergy Partnership*, que visa criar um conjunto de indicadores de sustentabilidade ambiental, social e econômica para os biocombustíveis. O objetivo é que os indicadores acordados sirvam de base para as políticas públicas de bioenergia em países que ainda não têm marco legal ou que pretendam reformar o que já existe. Na estrutura do MRE, destaca-se também a Agência Brasileira de Cooperação (ABC), que coordena os programas e projetos brasileiros de cooperação técnica internacional, por meio de sua Coordenação-Geral de Cooperação em Agropecuária, Energia, Biocombustíveis e Meio Ambiente.

Sob a coordenação do MRE, outros ministérios participam das negociações e atividades de cooperação. No caso do Ministério das Minas e Energia destaca-se o Departamento de Combustíveis Renováveis, responsável no Brasil pela supervisão da utilização dos recursos destinados ao fomento dos combustíveis renováveis e pelo monitoramento, estímulo e apoio a atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico no setor. Pelo Ministério da Agricultura, destacam-se a Coordenação Geral de Agroenergia e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio de sua Assessoria de Relações Internacionais e da Embrapa Agroenergia[57].

Como difusora de tecnologia para produção e comercialização de cana e etanol, a Embrapa, por meio de sua área internacional, coordena o trabalho de duas de suas outras áreas. A Embrapa Tabuleiros Costeiros cuida dos projetos voltados para o sistema de produção da cana-de-açúcar e de etanol – fertilidade do solo, irrigação, zoneamento agroecológico, controle biológico, entre outros. Ali, técnicos e agrônomos africanos recebem formação nos cursos de produção da cana e do etanol promovidos e financiados pelo governo brasileiro. A Embrapa Agroenergia responde pela transferência de tecnologia de bioenergia, a partir da cana-de-açúcar e de outras matérias primas, além de projetos de interesse comum aos países parceiros. A Casa Civil, assim como os ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação (Coordenação Geral de Tecnologias Setoriais) e do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Secretaria de Inovação) são também participantes destas atividades.

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) exerce papel importante na implementação dos acordos internacionais resultantes destes processos de negociação. O BNDES financia a internacionalização de empresas brasileiras, por meio da Linha de Investimento Direto Externo, criada em junho de 2005. O setor de agrocombustíveis é considerado prioritário nessa política de internacionalização. A África é um continente preferencial para esses investimentos, mas, sob a orientação do seu Departamento de Pesquisas e Operações, o BNDES vem promovendo a realização de estudos e pesquisas sobre a viabilidade da produção de agrocombustíveis também em outras regiões.

É por meio dessa estrutura institucional criada para o fomento da produção de biocombustíveis em países parceiros, que o Brasil tem formalizado uma série de acordos e memorandos de entendimento para a cooperação, além de também ter instituído o Programa Estruturado de Apoio aos demais Países em Desenvolvimento na Área de Energias Renováveis (Pro-Renova).

Em 2006, o Brasil e os Estados Unidos, em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), criaram a Comissão Interamericana de Etanol, com o objetivo de disseminar a utilização desse combustível, definindo também políticas para a criação de um mercado mundial do produto. O Memorando de Entendimento

*57 Em 2011, o Congresso Nacional aprovou Medida Provisória do Executivo, transformada em lei, que concede à Embrapa autonomia para operar fora do país. A nova lei visa facilitar a cooperação internacional e a transferência de tecnologia tropical para outros países, sobretudo da África e América Latina. A Embrapa já tem escritórios em Gana (Embrapa África), no Panamá (Embrapa Américas) e na Venezuela.*

sobre Biocombustíveis, firmado em 2007, foi um desdobramento dessa comissão, e apesar de mencionar o biodiesel, é centrado nas questões relativas ao etanol.

No plano bilateral, são focalizados os temas da pesquisa e desenvolvimento tecnológico para biocombustíveis de nova geração, sustentabilidade do etanol e padrões de produção. No plano global, o Memorando prevê a expansão do mercado por meio do estabelecimento de padrões uniformes e normas. Para atingir esse objetivo, foi definida a atuação conjunta no âmbito do Fórum Internacional de Biocombustíveis, uma iniciativa brasileira lançada em março de 2007, na Organização das Nações Unidas. O Fórum reúne, além do Brasil, a África do Sul, a China, os Estados Unidos, a Índia e a Comissão Europeia, e tem como principal objetivo transformar o etanol e o biodiesel em *commodities*.

Por meio do mesmo memorando, Brasil e EUA declararam a intenção de trabalhar conjuntamente para levar os benefícios dos biocombustíveis a países terceiros, selecionados por meio de estudos de viabilidade e assistência técnica que visem a estimular o setor privado a investir em biocombustíveis. No Brasil, foram realizados estudos sobre a viabilidade produtiva dos biocombustíveis em sete países latino- americanos e também estudos de viabilidade técnica e econômica para a produção de etanol nos seguintes países: El Salvador, Haiti, República Dominicana, São Cristóvão e Nevis e Senegal.

Em 2007, o Brasil celebrou um Memorando de Entendimento na Área de Biocombustíveis com a União Econômica e Monetária do Oeste Africano (UEMOA), uma organização regional da qual participam oito países da África Ocidental (Benim, Burkina Faso, Costa do Marfim, Guiné-Bissau, Mali, Níger, Senegal e Togo). O Memorando prevê a elaboração de estudos de viabilidade para a produção e uso de biocombustíveis nos países que integram o bloco econômico do oeste africano. Em fevereiro de 2011, o MRE e o BNDES firmaram acordo de cooperação técnica para viabilizar a realização de estudos, com o objetivo de identificar as áreas propícias ao cultivo das principais matérias-primas utilizadas na produção de agrocombustíveis. Os estudos abrangem diversos aspectos, tais como marco regulatório, legislação relacionada às áreas trabalhista, fundiária e tributária e propriedade intelectual. Deverão resultar também em indicações de fornecedores brasileiros nas áreas de serviços e de tecnologia de equipamentos.

Também, em abril de 2008, o Brasil firmou o Memorando de Entendimento com os Países Baixos sobre Cooperação na área de Bioenergia, incluindo biocombustíveis, onde a criação de um mercado internacional para biocombustíveis é enfatizada. Um dos desdobramentos desse memorando é o envolvimento da União da Indústria da Cana-de-açúcar (Unica), na busca de ampliação da cooperação entre ambos os países visando desenvolver novos produtos extraídos da cana-de-açúcar. Há outro memorando similar, relativo ao engajamento entre o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil e o Ministério da Agricultura e Comércio Exterior dos Países Baixos em iniciativas de cooperação científica e tecnológica e em inovação.

Em 2009, foi formalizada iniciativa conjunta de Brasil e União Europeia para cooperação trilateral com países africanos em energias renováveis. Essa iniciativa consta expressamente na Declaração Conjunta da III Cúpula Brasil-UE, de outubro de 2009, em Estocolmo. São duas as linhas de ação principais resultantes dessa cooperação: elaboração de estudos de viabilidade para produção de biocombustíveis e implantação de projetos, baseada nas conclusões de estudos. Quênia e Moçambique foram os primeiros países participantes, e a Fundação Getúlio Vargas (FGV) foi contratada para realizar os estudos sobre Moçambique, em 2011.

Há ainda uma série de outros memorandos de entendimento sobre o tema nos últimos anos. Segundo o "Balanço de Política Externa 2003/2010" publicado pelo MRE, mais de 40 memorandos de entendimento para cooperação em

biocombustíveis foram assinados nos últimos anos. Ademais, junto ao Mercosul, observa-se progresso significativo a respeito da harmonização de padrões e normas técnicas em andamento no âmbito do Grupo *Ad Hoc* sobre Biocombustíveis. E, no âmbito do Fórum de Diálogo Índia-Brasil-África do Sul, um Memorando de Entendimento entre estes três membros foi estabelecido, resultando em Força-Tarefa Trilateral sobre Biocombustíveis firmada.

O Programa Estruturado de Apoio aos demais Países em Desenvolvimento na Área de Energias Renováveis (Pro-Renova), lançado em 2009, tem como objetivo criar bases duradouras para a ampla gama de ações do Brasil com países em desenvolvimento na área das energias renováveis, especialmente na África.

A evolução no interesse internacional pelo tema contribui para estreitar, sobre bases concretas, a cooperação Sul-Sul e também para promover o desenvolvimento sustentável de países parceiros do Brasil. Além disso, no que refere-se especificamente à bioenergia, os entendimentos são fundamentais para o estabelecimento de novos centros de produção e consumo, precondição para a "comoditização" desse produto e para o consequente desenvolvimento de um mercado internacional, que garanta a inclusão da bioenergia na matriz energética mundial.

A elaboração do Pro-Renova envolveu diversas áreas do governo e observou as seguintes premissas: tratamento coletivo (pois a crescente demanda por tratativas e ações referentes a esse tema faz com que o MRE e as demais instituições governamentais brasileiras envolvidas com o tema estejam enfrentando dificuldades para atender as solicitações dos parceiros internacionais); seleção com base em critérios geográficos, linguísticos e políticos; associação com o setor privado; projetos-piloto estruturantes; e eventual envolvimento de organismos internacionais.

Conforme estudo elaborado pelo *International Renewable Energy Agency* (IRENA, 2014) sobre painel de adoção de tecnologias avançadas de energia renovável em países em desenvolvimento, a experiência do Brasil com o bioetanol oferece ótima oportunidade de compartilhamento de aprendizado por meio de cooperação sul-sul e triangular para o desenvolvimento de tecnologias deste recurso energético na África, particularmente com relação à conjugação de políticas que impulsionem tanto a oferta (estratégias bem sucedida de produção), quanto a demanda (desenvolvimento de infraestrutura de transportes e de instrumentos). Essas colaborações recuperam e reforçam histórico de presença da cooperação brasileira na África, tradicionalmente nas áreas de inovação agrícola, segurança alimentar e nutricional, educação e saúde.

Conforme o estudo, a identificação do Brasil como um parceiro fundamental para a transferência de tecnologia do bioetanol para os países africanos deve-se não somente à bem sucedida experiência brasileira na produção de bioetanol, mas também devido: às semelhanças de clima e solo, ao conhecimento gerado no país para desenvolvimento de seu setor agrícola, às afinidades históricas e culturais que permitem que o Brasil tenha melhor compreensão de caminhos para desenvolver nova indústria no contexto africano e, aos desafios econômicos comuns que os países em desenvolvimento enfrentam quando as indústrias locais estão sendo desenvolvidas.

Atualmente, 37 países da África são produtores de cana e há uma boa oportunidade para começar a produção do bioetanol a partir de melaço como um primeiro passo e, avaliar a possibilidade de expansão no nível de cada país, incluindo escala, mercados-alvo e as garantias sociais, ambientais e econômicas necessárias.

A atual abordagem e estratégia da Cooperação Sul-Sul assumida pelo Brasil é, conforme o estudo, uma oportunidade interessante aos países africanos. Pode ajudar a aumentar a capacidade institucional de promoção de uma indústria de bioetanol e incentivar uma cooperação mais estreitamente técnica, para aumentar as oportunidades para soluções mais amplas, trazendo uma visão do "sul" para o "sul".

No entanto, é importante ressaltar que os caminhos e estratégias para desenvolver indústria de bioetanol e de mercado nos países africanos devem ser diferenciados conforme as características particulares do país: se o país é importador de açúcar e derivados de petróleo, se é exportador de açúcar ou se é um país importador de petróleo.

Como muitos dos países africanos são pequenos em termos econômicos, para ter a sua própria infraestrutura técnica e científica voltada para programas de bioetanol, em alguns casos, uma abordagem regional pode ser desejável. A colaboração regional para a tecnologia de adoção e desenvolvimento do bioetanol pode ajudar na integração da região e facilitar, posteriormente, um mercado regional.

### *Novas fontes alternativas de energia e eficiência energética*

É importante destacar que não é somente em biocombustíveis que o Brasil vem firmando iniciativas de cooperação internacional no campo de energias renováveis. Por meio do BRICS, acrônimo que representa os países: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, parcerias têm sido estreitadas para a cooperação e incentivo à promoção da energia eólica e solar, por exemplo, com a troca de informações e tecnologias sobre a produção de tais fontes. Em 2013, o BNDES assinou acordo que estreita as relações entre o banco brasileiro e as instituições de desenvolvimento dos BRICS, voltados para a colaboração entre os países do bloco em iniciativas para promoção de uma economia de baixo carbono[58].

O Acordo de Cooperação Multilateral e Cofinanciamento para o Desenvolvimento Sustentável dos BRICS busca estabelecer as bases para a coordenação e troca de informações entre as instituições de desenvolvimento dos cinco países no sentido de aprimorar seus mecanismos de desenvolvimento sustentável e fomentar parcerias nessa área. De acordo com o interesse e as regras de cada instituição, poderão ser firmados acordos para financiar projetos ligados à sustentabilidade e à economia de baixo carbono. São exemplos nesse sentido, projetos de infraestrutura alinhados a princípios de desenvolvimento sustentável ou de mitigação e adaptação a mudanças climáticas, bem como investimentos em energias renováveis e eficiência energética ou que promovam usos sustentáveis da biodiversidade, de ecossistemas e regeneração de recursos naturais, além de ações de desenvolvimento, difusão e transferência de tecnologias ambientalmente sustentáveis.

O Brasil também firmou com a China cooperação técnico-acadêmica na área de energia renovável. Por meio do Centro China-Brasil de Mudança Climática e Tecnologias Inovadoras para Energia, que é fruto de parceria entre o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Universidade de Tsinghua, principal instituição educacional chinesa de engenharia, os países esperam obter benefícios da parceria especialmente em energias renováveis. A China irá contribuir com a transferência de tecnologia para o Brasil relacionada a torres de aerogeradores, na parte de energia eólica, painéis solares, com destaque para o fotovoltaico e utilização da palma para a fabricação de biodiesel, por meio de uma tecnologia que os chineses desenvolveram com a Dinamarca. O Brasil, por sua vez, pode compartilhar conhecimentos e tecnologias de uma área em que ele é reconhecidamente de referência, e sobre a qual a China está interessada, o trabalho que a COPPE desenvolve de geração de energia a partir de ondas e marés.

Por meio da Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável, esses dois países estabeleceram parceria com foco na proteção climática e na preservação da biodiversidade. Mais especificamente, essa Cooperação

*58 Os acordos foram firmados durante a 5ª Cúpula dos BRICS, que aconteceu na cidade de Durban, na África do Sul, em 2013. Além do BNDES, as instituições signatárias foram o Banco de Desenvolvimento e Assuntos Econômicos Externos da Rússia (Vnesheconombank), o Exim-Bank da Índia, o Banco de Desenvolvimento da China (CDB, na sigla em inglês) e o Banco de Desenvolvimento do Sul da África (DBSA, na sigla em inglês).*

concentra-se no Fomento a Energias Renováveis e Eficiência Energética e na Proteção e Manejo Sustentável das Florestas Tropicais da Amazônia.

A cooperação para o fomento das energias renováveis e da eficiência energética engloba a criação e a melhoria das profícuas condições gerais, bem como a ampliação das possibilidades de financiamento para energias renováveis e projetos relacionados à eficiência energética. Como parte dos compromissos do Acordo Energético Brasil-Alemanha, a Cooperação Brasil-Alemanha para o Desenvolvimento Sustentável quer contribuir para: a redução da demanda energética associada ao crescimento econômico; garantia de segurança no fornecimento de energia sem aumentar as emissões de gases de efeito estufa decorrentes da sua geração; criação de novos postos de trabalho por meio de investimentos em tecnologias sustentáveis de eficiência energética e geração de energia.

Algumas iniciativas concretas de cooperação já foram realizadas. Por exemplo, a Agência Internacional de Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (GIZ), apoiou o primeiro projeto de habitação social no Brasil no qual a água quente é obtida por meio de sistemas termo solares.

Desde 2010, o banco alemão KfW e a GIZ acompanharam e incentivaram a instalação de sistema de energia solar no teto de um estádio onde realizou-se a Copa do Mundo FIFA Brasil 2014, com uma potência total de 2,5 MW.

A empresa de energia estadual, Eletrosul, desenvolve projeto piloto para instalação da maior planta de energia fotovoltaica no telhado de um edifício no Brasil, e com potência máxima de 1 megawatt-pico (MWp), que vai aumentar em 40% a potência total instalada de energia fotovoltaica acoplada à rede elétrica no Brasil. Neste projeto piloto, a empresa de energia brasileira Eletrosul é apoiada em larga escala pela GIZ e pelo banco de desenvolvimento alemão KfW. Por delegação do Ministério do Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear alemão, o KfW fomenta o projeto com 3 milhões de euros. A GIZ contribui com serviços de consultoria no valor de aproximadamente de 0,44 milhão de euros.

Apoiado pela Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) promove incentivo ao setor de energia eólica por meio de financiamentos com juros subsidiados. Para o financiamento de parques eólicos, o banco de desenvolvimento alemão KfW contribuiu com um empréstimo com juros subsidiados de 135 milhões de dólares. Juntamente com os recursos próprios do BNDES e de investidores privados, os investimentos alcançam um volume total de 426 milhões de euros. Assim, serão financiados ao todo quatro parques eólicos com potência instalada total de 120 megawatts. Três dos parques eólicos ("Vale dos Ventos", "Beberibe" e "Pedra do Sal") encontram-se próximos do litoral no nordeste do Brasil, o quarto ("Gargaú") está situado no estado do Rio de Janeiro.

### 2.3.2.2. Modelagem climática e redes de pesquisa em impactos, vulnerabilidades e riscos às mudanças climáticas globais

Conforme detalhado[59], o Brasil tem compartilhado conhecimentos, metodologias e tecnologias no campo da modelagem climática e de estudos de impactos, vulnerabilidades e riscos às mudanças climáticas globais. Essas ações ocorrem por meio da atuação da Rede CLIMA e do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças

59 *Ver item 2.2 desse Volume I sobre "Formação de Capacidade Nacional e Regional".*

Climáticas, que tem o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), como instituição sede. A difusão dessas ações se dá por meio de estudos desenvolvidos de maneira colaborativa por redes de pesquisa e de treinamentos em modelagem de cenários regionais futuros de mudança do clima que o INPE oferece para outros países, por exemplo, por meio de cursos ministrados para países da América Latina e Caribe sobre o Modelo Regional Eta para Previsão de Tempo, Clima e Projeções de Cenários de Mudança do Clima.

O Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT) para Mudanças Climáticas recebeu financiamento de R$ 7,2 milhões por três anos provenientes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e com esse aporte está implantando e desenvolvendo uma abrangente rede de pesquisas interdisciplinares em mudanças climáticas. Ela embasa-se na cooperação de 76 grupos de pesquisa nacionais de todas as regiões do país e 16 grupos de pesquisa internacionais da Argentina, Chile, Estados Unidos, Europa, Japão e Índia, envolvendo na sua totalidade mais de 400 pesquisadores, estudantes e técnicos e constituindo-se na maior rede de pesquisas ambiental implantada no Brasil. Espelhando-se na estrutura do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, o INCT para Mudanças Climáticas organiza-se em três eixos científicos principais: (i) base científica das mudanças ambientais globais; (ii) estudos de impactos, adaptação e vulnerabilidade; e, (iii) mitigação. Além disso, estas parcerias contam com forte componente de inovação tecnológica em três áreas: modelos do sistema climático, geo-sensores e sistema de prevenção de desastres naturais.

### 2.3.2.3. Agência Brasileira de Cooperação (ABC)

A Agência Brasileira de Cooperação (ABC), que integra a estrutura do Ministério das Relações Exteriores, tem como atribuição negociar, coordenar, implementar e acompanhar os programas e projetos brasileiros de cooperação técnica, executados com base nos acordos firmados pelo Brasil com outros países e organismos internacionais. Para desempenhar sua missão, a ABC orienta-se pela política externa do Ministério e pelas prioridades nacionais de desenvolvimento, definidas nos planos e programas setoriais de Governo. Uma consulta na carteira de projetos promovidos pelo Brasil[60] revela que o País participado de uma série de cooperações, principalmente de natureza Sul-Sul, que fortalecem ações de adaptação e mitigação em países parceiros, nas quais destacam-se iniciativas para: Promoção de Cultivos Alternativos para a Produção de Biocombustíveis (Regiões de Ucayali e San Martin no Peru); Fortalecimento da Gestão Pública Florestal para o monitoramento do desmatamento florestal na Bolívia; Gestão e Monitoramento de Ecossistemas Florestais de forma a contribuir para o combate à erosão e à desertificação na Argélia; Programa de Apoio ao Aprofundamento do Processo de Integração Econômica e ao Desenvolvimento Sustentável do Mercosul; Apoio ao Fortalecimento da Educação Técnica e Profissional do México na área de Energia Renovável, Desenvolvimento Integrado e Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio Touil (Argélia), entre outros.

Vale destacar que, por meio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), várias parcerias para transferência de tecnologias agrícolas e para a produção de biocombustíveis têm sido promovidas junto aos países africanos, principalmente. No caso das tecnologias agrícolas, estas são em geral voltadas para melhorar a produção agrícola de vários cultivos importantes para a segurança alimentar e nutricional local, com melhor gestão dos

*60 Para pesquisar a referida carteira, acessar http://www.abc.gov.br/Projetos/pesquisa*

recursos naturais, aumento da produtividade agrícola e diversificação produtiva, que, de forma indireta, contribuem para aumentar a resiliência local dos sistemas agrícolas frente aos impactos das mudanças climáticas globais. O setor agropecuário africano é tido como um dos que podem ser mais severamente afetados negativamente pelas mudanças globais de clima.



# CAPÍTULO III

# ARRANJOS INSTITUCIONAIS RELEVANTES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA CONVENÇÃO NO BRASIL



# CAPÍTULO III
## ARRANJOS INSTITUCIONAIS RELEVANTES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA CONVENÇÃO NO BRASIL

### 3.1. MARCO INSTITUCIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DA CONVENÇÃO NO BRASIL

O Brasil desempenha papel de liderança no que se refere às questões ambientais globais, a exemplo da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio-92, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Em 2009, a proposta brasileira de sediar a Rio+20 foi aprovada pela Assembleia-Geral das Nações Unidas, em sua 64ª sessão e, mais uma vez, a cidade do Rio de Janeiro foi sede da mais importante conferência da atualidade, na qual se discutiu o compromisso político das nações com o desenvolvimento sustentável, realizada em 2012. Passados 20 anos após a realização da Rio-92, fez-se o momento de avaliar o progresso alcançado pelos países desde a primeira conferência, identificar as lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e promover o tratamento de temas novos e emergentes, como a Economia Verde ou a Estrutura Institucional para o Desenvolvimento Sustentável.

O Brasil foi o primeiro país a assinar a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, durante a Rio-92. Posteriormente, mais 194 Partes (incluindo a União Europeia) vieram integrar a Convenção, o que demonstra o seu caráter praticamente universal. A Convenção entrou em vigor em 21 de março de 1994, 90 dias após o depósito da quinquagésima ratificação pelo parlamento dos países. No Brasil, ela foi ratificada pelo Congresso Nacional em 28 de fevereiro de 1994 e entrou em vigor 90 dias depois, em 29 de maio do mesmo ano.

O Protocolo de Quioto constitui um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, criado em 1997 e que definiu metas de redução de emissões para os países desenvolvidos (Anexo I) e estabeleceu medidas para que o crescimento necessário dos países do Não-Anexo I fosse limitado pela introdução de medidas apropriadas, contando, para isso, com recursos financeiros e acesso à tecnologia dos países industrializados. O Brasil ratificou o Protocolo em 23 de agosto de 2002, tendo sua aprovação interna se dado por meio do Decreto Legislativo nº 144 de 2002.

Desde então, um conjunto de marcos regulatórios e instrumentos de gestão foram criados no país, entre os quais destacam-se a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC – Lei nº 12.187/2009) e seus Planos Setoriais, que serão detalhados no Volume II desta Terceira Comunicação Nacional. A PNMC estabeleceu o compromisso nacional voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% suas emissões projetadas até 2020. Relatórios independentes da academia e da sociedade civil, tais como a *Union of Concerned Scientis* (UCS), mostram que o Brasil é o país que mais diminui o desmatamento e reduziu emissões de GEE (UCS, 2014).

No campo do financiamento para ações de mitigação e adaptação, o Brasil criou o Fundo Clima e o Fundo Amazônia. O Fundo Clima tem a finalidade de garantir recursos para apoio a projetos ou estudos e para o financiamento de empreendimentos que tenham como objetivo a mitigação das mudanças climáticas. O Fundo Amazônia tem como objetivo captar doações para investimentos não reembolsáveis em ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento e de promoção da conservação e do uso sustentável das florestas, principalmente do bioma amazônico. O Fundo Amazônia já captou recursos da ordem de 1,7 bilhões de reais[61].

Para atender ao amplo e diversificado conjunto de iniciativas de mitigação e adaptação brasileiras, o governo criou uma estrutura de governança que aborda o tema das mudanças climáticas de forma transversal, agregando agenda de trabalho que envolve produção coletiva e coordenada de variados ministérios e órgãos de governo, inclusive das ações que vêm sendo empreendidas pelas esferas de governança subnacionais dos estados, conforme apresentado a seguir.

É por meio dessa estrutura e com recursos humanos próprios que o Brasil vem internalizando a produção de conhecimento no campo científico do monitoramento climático e de avaliação das vulnerabilidades e riscos às mudanças climáticas e das políticas públicas em direção à promoção do enfrentamento eficiente e integrado dos efeitos adversos das mudanças globais de clima.

### 3.1.1. A Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima

Em resposta ao mandato conferido pela então CIDES – Comissão Interministerial para o Desenvolvimento Sustentável (extinta pelo Decreto s/n de 3 de fevereiro de 2004, que criou a Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Brasileira, sob o Conselho de Governo), o MCTI criou sob sua estrutura a Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima (CGMC), em agosto de 1994.

Nos seus primeiros anos de funcionamento, a principal tarefa da CGMC foi a de coordenar a elaboração da Comunicação Nacional inicial do Brasil à UNFCCC, de acordo com os compromissos assumidos na Convenção. A elaboração da Comunicação Nacional é um esforço multidisciplinar, o qual envolveu, em sua primeira edição, cerca de 150 instituições e 700 especialistas espalhados por todas as regiões do país. Além disso, a Comunicação Nacional do Brasil à Convenção do Clima constitui um grande desafio, tendo em vista a necessidade de desenvolver capacitação nacional na área, sendo que, em muitos casos, representa trabalho pioneiro e complexo.

Por sua abrangência e especificidade, e considerando que são abordadas as emissões dos principais gases de efeito estufa ($CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, HFCs, $CF_4$, $C_2F_6$, $SF_6$) dos setores energético, industrial, florestal, agropecuário e de tratamento de resíduos, a elaboração do Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa Não Controlados pelo Protocolo de Montreal envolve diversos ministérios (Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério das Minas e Energia; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério das Relações Exteriores etc.), instituições federais (Petrobras, Eletrobras, Embrapa, INPE, entre outras), estaduais (Cetesb, Cemig, entre outras), associações de classe (ABAL, ABEGÁS, ABIQUIM, Bracelpa, Unica, Coopersucar, entre outras), organizações não governamentais

*61 O Fundo Clima e Fundo Amazônia, bem como suas respectivas estruturas de governança, serão tratados no Volume II desta Comunicação Nacional.*

(Funcate, Fundação José Bonifácio, entre outras), universidades e centros de pesquisas (COPPE/UFRJ, USP, UFRGS, UnB, entre outras).

O Brasil concluiu e publicou seu inventário inicial em 2004. Foram inventariadas as emissões nacionais de gases de efeito estufa do período de 1990 a 1994, sintetizadas a partir de 15 estudos de referência. Na Segunda Comunicação Nacional, apresentada em 2010 à UNFCCC, foram apresentados os valores referentes ao período de 1990 a 2005. Em relação aos anos de 1990 a 1994, foram atualizadas as informações apresentadas no inventário inicial. Nesta Terceira Comunicação segue-se o mesmo processo de atualização das informações anteriores e são apresentadas informações novas sobre as emissões brasileiras até o ano de 2010.

A Agência Internacional de Energia (AIE) realizou uma comparação dos inventários dos principais países em desenvolvimento. A avaliação da AIE sobre o inventário do Brasil foi positiva, destacando que as principais qualidades do inventário são a transparência, a elaboração de séries temporais e a utilização de fatores de emissão nacionais mais elaborados. Do ponto de vista institucional é ressaltado que o Brasil foi capaz de montar uma estrutura capacitada para a elaboração de inventários.

A CGMC integra a delegação brasileira às negociações sob a UNFCCC e seus órgãos subsidiários, bem como acompanha as revisões dos relatórios de avaliação e as reuniões do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, do inglês *Intergovernamental Panel on Climate Change*).

Desde 1995, a CGMC tem participado das discussões dos aspectos técnicos e científicos relacionados à regulamentação e implementação do Protocolo, em conjunto com o Ministério das Relações Exteriores.

Adicionalmente, entre os compromissos do Brasil na Convenção, destaca-se o de promover e cooperar em pesquisas científicas, tecnológicas, técnicas, socioeconômicas e outras, em observações sistemáticas e no desenvolvimento de bancos de dados relativos ao sistema climático, cuja finalidade seja esclarecer e reduzir ou eliminar as incertezas ainda existentes em relação às causas, efeitos, magnitude e evolução no tempo, da mudança do clima e as consequências econômicas e sociais de diversas estratégias de resposta.

A fim de acompanhar o cumprimento do compromisso nacional voluntário para a redução das emissões até o ano de 2020 (art. 12 da Lei nº 12.187/2009), foi estabelecido no art. 11 do Decreto nº 7.390/2010 que serão publicadas, a partir de 2012, estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil em formato apropriado para facilitar o entendimento por parte dos segmentos interessados da sociedade. A responsabilidade da elaboração dessas estimativas, bem como do aprimoramento da metodologia de cálculo da projeção de emissões é do grupo de trabalho coordenado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, com amplo envolvimento da CGMC. Portanto, em 2013, deu-se início à publicação periódica de estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil (BRASIL, 2013) cuja abrangência foi o período de 1990 a 2010. Ou seja, as estimativas anuais avançaram a partir dos resultados do II Inventário Brasileiro, que cobriu o período de 1990 a 2005, estendendo o período analisado para até 2010.

A CGMC também coordena a construção de um sistema computacional para a elaboração e a divulgação de informações acerca de emissões de gases de efeito estufa, o Sistema de Registro Nacional de Emissões (SIRENE) (descrito no item 2.1.1.1), cuja peça central consiste em banco de dados baseado em um sistema de gerenciamento, com possibilidade de acesso via internet, que vise à gestão da informação relacionada a emissões antrópicas de GEE no Brasil.

Para contribuir com as discussões em torno de ações de mitigação das emissões brasileiras, a CGMC coordena o projeto "Opções de Mitigação das Emissões de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil", em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Esse projeto tem o objetivo de auxiliar a tomada de decisão sobre ações que potencialmente reduzam as emissões de GEE nos diferentes setores da economia brasileira – indústria, energia, transportes, residencial e serviços, usos da terra e florestas, gestão de resíduos.

Trata-se de um projeto inovador no Brasil já que realizará uma análise integrada das diferentes opções de mitigação, considerando a não aditividade dessas opções com suas consequentes implicações econômicas e sociais. Outro aspecto inovador é a inclusão de um cenário que considerará, para o contexto brasileiro, curvas de aprendizado tecnológico para a redução das emissões de GEE.

Em síntese, o projeto, que conta com recursos do *Global Environment Facility* (GEF), é executado por meio de parcerias com instituições de pesquisa que fazem parte da Rede CLIMA, cujos especialistas auxiliarão na elaboração dos cenários de mitigação. O projeto estimará os potenciais e custos de abatimento de emissões de GEE, mediante uma análise integrada econômico-energética, para o período entre 2012 e 2050, dos diferentes segmentos energointensivos da economia brasileira. Serão considerados três cenários: cenário de referência ou linha de base, cenário de baixo carbono, cenário de baixo carbono com inovação.

Outra linha importante de atividades da CGMC é a conscientização pública sobre o tema de mudança do clima. Para facilitar a integração de todos os especialistas e instituições envolvidos, foi criada uma página de internet sobre mudança do clima (http://www.mcti.gov.br/clima) no portal do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (item 2.1.1). Trata-se de um foro de integração de especialistas de diferentes setores que podem acompanhar e contribuir para o trabalho, além de abrir espaço à sociedade na discussão do tema de mudança global do clima.

Ademais, a CGMC promove e apoia eventos sobre mudança global do clima nas diversas áreas relacionadas ao tema, publica e disponibiliza informações relevantes, em especial da Convenção, do Protocolo e do IPCC. Procura, assim, desenvolver e divulgar informação legal, técnica e científica, bem como participar de debates sobre aquecimento global, suas causas e impactos, objetivando conscientizar formadores de opinião, formuladores de políticas, líderes empresariais, estudantes e a população em geral sobre o problema.

## 3.1.2. A Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

A perspectiva de entrada em vigor do Protocolo de Quioto e da regulamentação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) assinalou a importância da formalização de um órgão dentro do governo que pudesse direcionar esse potencial para as prioridades nacionais de desenvolvimento. Ademais, a preocupação com a maior institucionalização da questão da mudança do clima no país, por causa de suas características estratégicas, levou à criação[62] da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC), com o propósito de coordenar as ações do governo nessa área.

Tendo em vista que o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação já vinha exercendo as atividades nacionais voltadas ao cumprimento do compromisso inicial do Brasil relativo à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre

62 *Pelo Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999, alterado pelo Decreto de 10 de janeiro de 2006.*

Mudança do Clima, coube a esse órgão a presidência e a função da Secretaria-Executiva da Comissão, uma vez que os aspectos científicos da mudança global do clima continuarão, no futuro previsível, a dominar as negociações políticas e que o conhecimento científico necessário para subsidiar as discussões pode ser viabilizado por meio dos instrumentos de fomento desse ministério. A Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima atua como Secretaria-Executiva da Comissão e o Coordenador-Geral da CGMC atua como seu Secretário-Executivo. A Vice-Presidência da Comissão cabe ao Ministério do Meio Ambiente.

A Comissão é integrada por representantes dos Ministérios das Relações Exteriores (MRE) e da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que são os pontos focais político e técnico, respectivamente, sobre mudança global do clima no Brasil; ministérios que têm atribuições e responsabilidades específicas sobre setores importantes para as atividades de redução de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, como da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); dos Transportes (MT); de Minas e Energia (MME); do Meio Ambiente (MMA); do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); e das Cidades (MCid); bem como ministérios com visão mais estratégica e de longo prazo, como do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG); da Fazenda (MF); e da Casa Civil da Presidência da República. Além disso, o decreto faculta à Comissão solicitar a colaboração de outros órgãos públicos ou órgãos privados e entidades representativas da sociedade civil na realização de suas atribuições.

São atribuições da Comissão:

- I emitir parecer, sempre que demandado, sobre propostas de políticas setoriais, instrumentos legais e normas que contenham componente relevante para a mitigação da mudança global do clima e para a adaptação do país aos seus efeitos;
- II fornecer subsídios às posições do governo nas negociações sob a égide da Convenção e instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte;
- III definir critérios de elegibilidade adicionais àqueles considerados pelos organismos da Convenção, encarregados do MDL, previsto no art. 12 do Protocolo de Quioto à Convenção, conforme as estratégias nacionais de desenvolvimento sustentável;
- IV apreciar pareceres sobre projetos que resultem em reduções de emissões de gases de efeito estufa e que sejam considerados elegíveis para o MDL, e aprová-los, se for o caso; e
- V realizar articulação com entidades representativas da sociedade civil, no sentido de promover as ações dos órgãos governamentais e privados, em cumprimento às obrigações assumidas pelo Brasil perante a Convenção e os instrumentos subsidiários de que o Brasil seja parte.

A Comissão Interministerial representou, assim, um primeiro esforço com objetivo de articular as ações de governo relacionadas à mudança global do clima. Além disso, é importante ressaltar que a CIMGC é a Autoridade Nacional Designada brasileira (AND)[63], entidade prevista no Protocolo de Quioto, sendo responsável pela apreciação e aprovação de atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil.

As atividades de projeto MDL devem ser elaboradas de acordo com regras definidas pela decisão 17/CP.7 (posteriormente, ratificada pela decisão 3/CMP.1), que define os procedimentos e modalidades do MDL, as quais foram internalizadas no ordenamento jurídico brasileiro por meio da Resolução nº 1 da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, de 11 de setembro de 2003. A CIMGC tem elaborado e publicado resoluções com o objetivo de internalizar no país as regras de aprovação das atividades de projeto MDL estabelecidas internacionalmente pelas decisões da Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto e de seu

*63 Em conformidade com o art. 3º, inciso IV, do Decreto Presidencial de 7 de julho de 1999, alterado pelo Decreto de 10 de janeiro de 2006.*

Conselho Executivo, bem como de estabelecer critérios adicionais de aprovação das atividades de projeto MDL. Deve-se destacar que a CIMGC, considerando que foi a primeira AND para o MDL a ser estabelecida no mundo, tem servido como modelo para a criação de muitas outras AND, o que suscitou atividades de cooperação nesse sentido entre o Brasil e outros países em desenvolvimento.

Todas as atividades de projetos MDL elegíveis são devidamente analisadas pela CIMGC em relação aos critérios da contribuição desses projetos para o desenvolvimento sustentável do país.

Todo o material em relação à CIMGC, bem como sobre todas as atividades de projeto de MDL no Brasil, está disponível na página de internet de sua Secretaria-Executiva (http://www.mct.gov.br/clima). Também são periodicamente publicadas informações sobre o *status* do MDL no Brasil e no mundo[64].

## 3.1.3. O Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM)

Em 2007, o governo federal criou o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM)[65], com as atribuições de orientar a elaboração, a implementação, o monitoramento e a avaliação do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, propor ações prioritárias a serem implementadas no curto prazo; apoiar a articulação internacional necessária à execução de ações conjuntas, troca de experiências, transferência de tecnologia e capacitação; identificar ações necessárias de pesquisa e desenvolvimento e propor orientações para a elaboração e a implementação de plano de comunicação.

O CIM é coordenado pela Casa Civil da Presidência da República, sendo composto por dezessete órgãos federais. O Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)[66] é, em geral, convidado a participar das reuniões do CIM. Os órgãos federais que o compõem são: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação; Ministério da Defesa; Ministério da Educação; Ministério da Fazenda; Ministério da Integração Nacional; Ministério da Saúde; Ministério das Cidades; Ministério das Relações Exteriores; Ministério de Minas e Energia; Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; Ministério do Meio Ambiente; Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão; Ministério dos Transportes; e Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

No âmbito do CIM, foi criado o Grupo Executivo sobre Mudança do Clima (GEx), que é coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de elaborar, implementar, monitorar e avaliar o Plano Nacional sobre Mudança do Clima.

Assim, coube ao GEx elaborar a versão preliminar do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, que, após amplo processo de consulta pública à sociedade brasileira, foi lançado em dezembro de 2008. O GEx também participou da elaboração de oito Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação já concluídos e dos seus respectivos processos de consulta pública. São eles: 1) Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm); 2) Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado (PPCerrado); 3) Plano

*64 Ver Volume II desta Comunicação Nacional, a seção intitulada "Atividades de Projeto no Âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL no Brasil".*
*65 Decreto Presidencial nº 6.263, de 21 de novembro de 2007.*
*66 Mais informações ver item 2.1.2 deste Volume I.*

Decenal de Energia (PDE); 4) Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC); 5) Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação (Plano Indústria); 6) Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (PMBC); 7) Plano Setorial de Transporte e Mobilidade Urbana para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSTM); 8) Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (PSMC Saúde)[67].

Os planos setoriais serviram de base para a revisão do Plano Nacional sobre Mudança do Clima, também submetida a consulta pública no período de 1 de outubro a 8 de novembro de 2013, para o recebimento de sugestões, analisadas pelo GEx, que delibera sobre sua incorporação ao texto, para a publicação de versão definitiva do novo Plano Nacional sobre Mudança do Clima. A revisão sistemática dos instrumentos brasileiros de política pública voltados para a mitigação e adaptação das mudanças climáticas globais visa aperfeiçoá-los à luz dos avanços em termos de conhecimento científico e técnico sobre os temas que os orientam.

Também coube ao GEx elaborar proposta preliminar dos objetivos gerais, princípios e diretrizes da Política Nacional sobre Mudança do Clima, transformada na Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009[68]. O Plano Nacional sobre Mudança do Clima e os Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação são instrumentos da Política Nacional sobre Mudança do Clima. Na formulação desses planos, as contribuições do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) têm sido importantes. O PBMC é organismo científico nacional que tem como objetivo disponibilizar a tomadores de decisão e à sociedade informações técnico-científicas sobre mudança global do clima[69].

Atentando-se para o fato de que as Unidades da Federação foram proativas na busca de soluções de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, inclusive já existindo no país 15 leis estaduais que criaram oficialmente políticas de mudanças climáticas em cada estado (INSTITUTO ETHOS, 2013), em fevereiro de 2013 foi criado o Núcleo de Articulação Federativa para o Clima (NAFC), no âmbito do GEx. O NAFC conta com a participação de gestores públicos estaduais que atuam com a agenda do clima e de diversos órgãos do governo federal. Suas atividades encontram-se apoiadas na agenda de trabalho do GEx. O objetivo do NAFC é integrar as diversas políticas setoriais que guardem relação com o tema da mudança do clima, notadamente no que diz respeito a seus impactos, integrar as políticas estaduais de mudanças climáticas entre si e em relação à Política Nacional sobre Mudança do Clima e promover a troca de experiências entre os órgãos governamentais. Os resultados esperados com a instalação do Núcleo são a identificação dos temas prioritários a serem abordados e a formulação de uma agenda de trabalho de articulação. O secretariado do NAFC é realizado pelo Ministério do Meio Ambiente e pela Casa Civil da Presidência da República.

No âmbito do GEx e do NAFC podem ser criados grupos de trabalho para discussão de temas específicos da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Figura 3.1). Atualmente, por meio de dois Grupos de Trabalho sobre Adaptação, o Brasil avança na formulação do seu Plano Nacional de Adaptação, previsto para ser concluído até 2015.

---

*67 Para descrição dos Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima ver Volume II desta Comunicação Nacional.*
*68 Idem ao anterior, para uma descrição sobre a Política Nacional sobre Mudança do Clima, em subseção com este título.*
*69 Ver item 2.2.3 deste Volume I.*

**FIGURA 3.1**

*Grupos de trabalho criados no âmbito do GEx*

| NOME | PROPÓSITO | COORDENAÇÃO | INTEGRANTES |
|---|---|---|---|
| Grupo de Trabalho Interministerial | | | |
| GTI sobre Mercado de Carbono | Analisar viabilidade e os requisitos para a implantação do Mercado Brasileiro de Redução de Emissões (MBRE). | Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda (SPE/MF). | Representantes do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Ministério das Relações Exteriores (MRE), Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e Casa Civil. |
| GTI sobre REDD+ | Elaborar a Estratégia Brasileira de REDD+ a partir da discussão de temas como: arquitetura financeira, aspectos técnicos, investimentos em governança junto aos entes federados e incentivos positivos aos agentes econômicos. | Secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental/MMA. | Representantes do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Ministério das Relações Exteriores (MRE), Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), Casa Civil, Serviço Florestal Brasileiro (SFB), Fundação Nacional do Índio (Funai), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério da Fazenda (MF). |
| Grupo de Trabalho | | | |
| GT sobre Monitoramento | Elaborar estratégia de monitoramento das reduções de emissões de GEE associadas aos Planos Setoriais de Adaptação e Mitigação às Mudanças do Clima. | Secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental/MMA. | Representantes de ministérios e órgãos que integram a PNMC. |
| GT Adaptação | Propor e elaborar um conjunto de medidas governamentais de adaptação à mudança do clima de forma a construir um Plano Nacional de Adaptação até 2015. | Secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental/MMA e Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima/ MCTI. | Representantes de todos os órgãos com assento no GEx, órgãos convidados que trabalhem com a agenda de adaptação à mudança do clima no governo federal, Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC)*. |
| Grupo de Trabalho do NAFC | | | |
| GT Relato de Emissões | Propor recomendações técnicas para a criação do Sistema Nacional de Relato de Emissões e Remoções por Sumidouros. | Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda (SPE/MF) e Governo do Estado do RJ/Secretaria de Economia Verde. | Representantes dos governos estaduais, Comissão Técnica do Plano Indústria (CTPIn), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (Ibama) e de organizações da sociedade civil e Academia convidadas. |

*continua na próxima página*

| NOME | PROPÓSITO | COORDENAÇÃO | INTEGRANTES |
| --- | --- | --- | --- |
| GT Inventário | Avançar na desagregação dos dados e resultados para emissão nacional de GEE por Unidade Federativa e, até onde possível, por município, assim como aprimorar o processo de revisão do Inventário Brasileiro, por meio da contribuição dos representantes dos Estados, como parte do processo de controle e garantia de qualidade. | Coordenação-Geral de Mudanças Globais do Clima/ MCTI e Governo do Estado de SP/Secretaria de Meio Ambiente. | Representantes dos governos estaduais e MCTI. |
| GT Adaptação | Desenvolver as recomendações técnicas para a concertação federativa em adaptação para que Estados e Governo Federal promovam a resiliência de forma coordenada e cooperativa. | Secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental/MMA e Governo do Estado de MG/Gerência de Energia e Mudanças Climáticas da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). | Representantes dos governos estaduais e MMA. |

** O GT Adaptação trabalha com base no apoio e engajamento de redes temáticas, compostas por especialistas que têm o papel de elaborar documentos técnicos com enfoque setorial e quando possível territorial. Foram convidados a participar destas redes representantes de governo, de instituições de pesquisa e universidades, da sociedade civil e dos setores econômicos.*

*Fonte: Elaboração a partir de dados disponibilizados em página da internet do Ministério do Meio Ambiente*[70]

## 3.1.4. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental

É importante destacar que são vários os órgãos do Ministério do Meio Ambiente que promovem programas e iniciativas que guardam relação com a mitigação das mudanças climáticas e o aumento da resiliência local aos seus efeitos negativos. A Secretaria de Biodiversidade e Florestas e a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano são alguns exemplos desses órgãos. Não obstante, a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental, criada para o tratamento do tema das mudanças climáticas, que reflete uma preocupação quanto à relevância da agenda climática nacional.

Esta Secretaria, responsável, entre outras coisas, pela coordenação do GEx e do Comitê Gestor do Fundo Clima, é constituída por três departamentos: Departamento de Mudanças Climáticas, Departamento de Licenciamento e Avaliação Ambiental, Departamento de Qualidade Ambiental na Indústria. São várias as atribuições que competem ao Departamento de Mudanças Climáticas, das quais se destacam: subsidiar e assessorar as diversas unidades do Ministério do Meio Ambiente e as entidades vinculadas nos assuntos relacionados com as mudanças globais do clima; coordenar reuniões destinadas à formação de posição do Ministério relacionada às mudanças globais do clima; desenvolver estudos para a proteção do sistema climático global e da camada de ozônio; acompanhar e subsidiar tecnicamente a Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima, entre outras.

É a Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental o principal órgão do Ministério do Meio Ambiente que participa das reuniões do GEx e dos grupos de trabalho criados no âmbito desse grupo executivo.

*70 Disponível em: <www.mma.gov.br/clima/grupo-executivo-sobre-mudanca-do-clima>*

## 3.2. ARRANJOS INSTITUCIONAIS PARA ELABORAÇÃO DAS COMUNICAÇÕES NACIONAIS EM BASES PERMANENTES

A Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção (TCN) é uma atividade de projeto executada por meio da modalidade execução nacional sendo coordenada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), reconhecida como Agência Executora do Governo Brasileiro, que detém a responsabilidade para a implementação técnica do projeto como um todo, por meio da atuação da Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima (CGMC). Coube igualmente à CGMC a coordenação das atividades referentes à elaboração da Primeira e da Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção. Por ser um projeto financiado por recursos do *Global Environment Facility* (GEF), a supervisão das atividades necessárias à consecução dos objetivos do projeto é realizada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, cuja equipe trabalha diretamente com o MCTI. Além destas instituições, o projeto conta ainda com a anuência da Agência Brasileira de Cooperação (ABC).

O projeto possui um Diretor e um Coordenador Nacional, servidores da CGMC e responsáveis por garantir a implementação do projeto de acordo com as políticas e leis nacionais, bem como por manter o MCTI informado sobre os avanços e desafios enfrentados na execução do projeto. Estas funções também contam com as seguintes atribuições: (i) a gestão e execução do projeto; (ii) coordenação da gestão dos recursos financeiros e contratos públicos; (iii) elaboração de relatórios sobre a aplicação dos recursos e os resultados alcançados; (iv) elaboração de relatórios de gestão para o MCTI, o GEF e o PNUD; (v) articulação inter-institucional; e (vi) monitoramento, avaliação e divulgação dos resultados do projeto. A equipe ainda é composta por supervisores e consultores, contratados por meio dos recursos GEF, que atuam diretamente com o Diretor e Coordenador na gestão e coordenação das atividades técnicas do projeto.

Com relação à contribuição acadêmica e de pesquisa para a TCN, a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas Globais[71] (Rede CLIMA) teve participação significativa. Para o terceiro inventário da presente Comunicação, destaca-se o engajamento desta Rede, com o envolvimento de pesquisadores de sub-redes, que deram suporte à produção de dados. Ademais, a Rede CLIMA, em parceria com outros pesquisadores, deu importante contribuição à TCN no que diz respeito ao tema dos impactos e vulnerabilidades dos ecossistemas e população brasileira às mudanças climáticas globais.

Nesta TCN, são apresentados resultados de estudos inéditos de modelagem climática, realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que estimaram os impactos das mudanças climáticas sobre os seguintes setores: saúde, biodiversidade, energia, recursos hídricos, agricultura, desastres naturais e zonas costeiras. A CGMC apoiou e coordenou a elaboração desses estudos, que deverão servir de insumo para as discussões em torno do Plano Nacional de Adaptação brasileiro, atualmente em processo de elaboração, sob coordenação conjunta do MMA e MCTI. Tais estudos preencheram lacunas de dados e informações e representam melhoramentos na capacidade brasileira de previsão e monitoramento dos impactos e necessidades de adaptação do país para minimizar os efeitos negativos esperados das mudanças climáticas globais.

Assim, a Comunicação Nacional sintetiza, para além do Inventário de Gases de Efeito Estufa do Brasil, informações sobre as ações de mitigação e adaptação do país às mudanças climáticas, iniciativas de treinamento, capacitação

*71 Sobre a Rede CLIMA, ver subseção intitulada Formação de Capacidade, item 2.2 deste Volume I.*

e conscientização pública sobre o tema, Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), pesquisa e observação sistemática de cenários futuros de mudança do clima e transferência de tecnologia. A CGCM é responsável por compilar e divulgar essas informações no documento da Comunicação Nacional.

Em termos de divisão do trabalho para o terceiro inventário, além das instituições vinculadas à Rede CLIMA para o estudo das emissões dos setores Agricultura, Tratamento de Resíduos, Energia e Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas, foi possível contar com a contribuição das associações dos principais setores industriais como alumínio (Associação Brasileira do Alumínio – ABAL), cimento (Sindicato Nacional da Indústria do Cimento – SNIC), siderúrgico (Instituto Aço Brasil – IABr), químico (Associação Brasileira da Indústria Química – ABIQUIM) e carvão mineral (Associação Brasileira do Carvão Mineral – ABCM).

Com a missão de promover a articulação do Governo Brasileiro com a Convenção do Clima (UNFCCC), assim como ser o responsável pela submissão oficial da Terceira Comunicação Nacional, atua o Ponto Focal Nacional, representado pela Divisão de Clima, Ozônio e Segurança Química (DClima) do Ministério de Relações Exteriores (MRE).

### 3.2.1. Dificuldades Financeiras, Técnicas e de Capacitação para a Execução da Comunicação Nacional

O Projeto BRA/10/G32 para a preparação da Terceira Comunicação Nacional (TCN) foi financiado por recursos do *Global Environment Facility* (GEF) com aporte de US$ 5.720.000 e contrapartida do governo federal de US$ 6.500.000, cuja agência implementadora é o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e agência executora é o Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Em relação aos aspectos financeiros da elaboração da TCN não houve dificuldades pela correta dimensão dos recursos do Projeto e pela apreciação do dólar no período frente ao real.

O trabalho da equipe do MCTI junto aos Supervisores Técnicos do Projeto para a preparação da Terceira Comunicação Nacional demandou esforço para que se vencessem desafios à altura das ambições que se pretenderam alcançar. Neste sentido, as dificuldades administrativas e técnicas encontradas mostraram-se proporcionais à abrangência do documento, que procurou contextualizar a inserção do Brasil na Convenção do Clima sob novos e mais detalhados aspectos, sem que se descuidasse do conhecido rigor metodológico, cujo constante progresso é inerente à preparação do Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa.

Considerável parcela da TCN resultou de levantamento de dados secundários junto ao Poder Público e a outros entes institucionais de pesquisa que, direta ou indiretamente, contribuem para a produção de informações de interesse geral. Para tanto, promoveu-se a aproximação da própria TCN de suas fontes colaboradoras para a elaboração de seções como as Circunstâncias Nacionais e Especiais, com colaborações – *inter alia* – do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, do Ministério da Educação, do Ministério da Saúde e do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas.

Dificuldades foram levantadas ao longo dos trabalhos de cooperação, geralmente resultantes do passo adicional que se pretendeu dar em cada frente. Neste sentido, houve uma maior dificuldade para identificação de corpo técnico-científico com conhecimento avançado em áreas de estudos específicos e, por vezes, quando identificado, indisponibilidade de dedicação exclusiva às atividades do Projeto. Por outro lado, foi possível

promover oportuna aproximação com comunidade científica, especialmente junto à Rede CLIMA, que reconheceu sua responsabilidade pelo rigor científico na elaboração do Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa e nos estudos de vulnerabilidades setoriais às mudanças do clima, inaugurando parceria desta natureza no Brasil para a elaboração de uma Comunicação Nacional à Convenção do Clima.

Além dos ganhos diretos que se buscaram obter para a TCN, a referida aproximação junto à Rede CLIMA foi profícua na geração de ganhos adicionais em termos de produção de conhecimento científico inédito e de subsídios a outras iniciativas governamentais, como a elaboração do Plano Nacional de Adaptação, em andamento. Envolvido nesta mesma parceria, o INPE forneceu informações relevantes ao planejamento das atividades que resultariam na elaboração dos estudos de vulnerabilidades, o que incluiu o apoio do Projeto para a aquisição dos equipamentos e inserção do Brasil na ESGF (*Earth System Grid Federation*), que terá papel fundamental no compartilhamento de estudos, dados e informações nesse campo tão promissor.

Cabe registrar, por fim, que a equipe gestora do Projeto, possivelmente mais pelas dificuldades enfrentadas, pôde absorver e documentar informações caras à manutenção do nível de excelência das Comunicações Nacionais do Brasil publicadas até o momento e que certamente contribuirão para a execução mais fluida e ainda mais robusta de edições futuras.



# REFERÊNCIAS



# REFERÊNCIAS


ANA – Agência Nacional de Águas. (2013). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: 2013.** Brasília.

______. (2012). **Boletim de Monitoramento da Bacia do Alto Paraguai**, Brasília, v. 7, n. 8, p. 122.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. (2005). **Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil.** Megadiversidade, Belo Horizonte, v.1, n. 1, p. 70-78.

AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S.; GOMES, L. C.; BINI, L. M. (1997). **Estrutura trófica.** In: VAZZOLER, A. E. A.; AGOSTINHO, A. A; HAHN, N. S. A planície de inundação do alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, p. 229-248.

ALVARES, C. A. et al. (2014). **Koppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728.

ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. (2005). **Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga**. Ministério do Meio Ambiente: Brasília.

BARROS, R. P.; FOGUEL, M. N.; ULYSSEA, G. (2006). **Desigualdade de Renda no Brasil**: uma análise da queda recente. Brasília: IPEA.

BASSO, F. et al. (2000). **Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy)**. Catena, n. 40, p. 19-35.

BRANDT, J.; GEESON, N.; IMESON, A. (2003). **A desertification indicator system for Mediterranean Europe**. Acesso em: junho 2013. Disponível em: http://www.kcl.ac.uk/ projects/desert links/downloads/public downloads/.

BRASIL. (2004a). Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: MCT, 274p.

______. (2004b). Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-BRASIL**. Brasília, 220p.

______. (2006). Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**. v. 1. Brasília.

______. (2007). Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília.

______. (2009). Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Acesso em: agosto 2014. Disponível em: http://www.mma.gov.br.

_____. (2010a). Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil.** Brasília: MMA; SBF; GBA.

_____. (2010b). Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite.** Monitoramento do bioma Cerrado 2002 a 2008. Brasília: MMA; IBAMA; CID, 2010b. 30 p.

_____. (2013). Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília.

BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidóptera. (1999). In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO, E. M. (Ed.)**. Invertebrados terrestres – biodiversidade do estado de São Paulo**. v. 5. São Paulo: Fapesp, p. 227-243.

CASTRO, A. (1994). **Comparação florística de espécies do cerrado.** Silvicultura, v. 15, n. 58, p. 16-18.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. (2008). **Mudança do Clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. Parcerias estratégicas.** Brasília, v.27. Acesso em: novembro de 2014. Disponível em: http://www.cgee.org.br/parcerias/p27.php.

CHIARELLO, A. G. et al. (2008). **Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil.** In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, v. 2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, p. 680-882.

COE, M. T. (2011). **The effects of deforestation and climate variability on the streamflow of the Araguaia River, Brazil.** Biogeochemistry, Dordrecht, n. 105, p. 119-131.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. (2002). Resolução n.º 261, de 30 de junho de 1999: define os parâmetros básicos para análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. In: WESTPAHL, D. E. (Comp.). **Coletânea da legislação ambiental aplicável no Estado de Santa Catarina.** Florianópolis: FATMA, p. 438-442.

CORSINI, E.; GUARIM NETO, G. (2000). Aspectos ecológicos da vegetação de "carvoal" (Callisthene fasciculata (Spr.) Mart.) no pantanal mato-grossense. In: **Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-Econômicos do Pantanal, Corumbá. Anais...** Corumbá: Sinpam, p. 1-52.

COSTA, L. P. et al. (2005). **Conservação de mamíferos no Brasil**. Megadiversidade, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 103-112.

CSR – Centro de Sensoriamento Remoto; IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (2010). **Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite**: Monitoramento do Bioma Pampa 2002-2008.

DANTAS, R. J. E. S. et al. (2009). **Balança comercial brasileira – dados consolidados**. Brasília: Sexec; MDIC

DINIZ-FILHO, J. et al. (2008). **Agriculture, habitat loss and spatial patterns of human occupation in a biodiversity hotspot**. Scientia Agricola, v. 6, n. 66, p. 764-771.

EITEN, G. (1972). **The Cerrado vegetation of Brazil.** Bot. Rev., v. 2, n. 38, p. 201-341.

ELETROBRAS. (2013). **Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (SIPOT)**. Acesso em: agosto 2014. Disponível em: http://www.eletrobras.com/elb/data/Pages/ LUMIS21D128D3PTBRIE.htm.

ESPINOZA, J.C. et al. (2011). **Climate variability and extreme drought in the upper Solimões River (western Amazon Basin): Understanding the exceptional 2010 drought.** Geophysical Research Letters, 38(13): L13406.

ESPINOZA, J.C. et al. (2012). **From drought to flooding: understanding the abrupt 2010-2011 hydrological annual cycle in the Amazonas River and tributaries**. Environmental Research Letters, 7, 024008. doi:10.1088/1748-9326/7/2/024008.

ESPINOZA, J.C. et al. (2013). **The Major Floods in the Amazonas River and Tributaries (Western Amazon Basin) during the 1970-2012 Period: A Focus on the 2012 Flood**. Journal of Hydrometeorology, 14(3): 1000-1008.

ESPINOZA, J.C. et al. (2014). **The extreme 2014 flood in South-Western Amazon basin: The role of Tropical-Subtropical South Atlantic SST gradient**. Environ. Res. Lett. 9 124007. doi:10.1088/1748-9326/9/12/124007

GOMES, M. A. F. (2008). **O Aqüífero Guarani**. In: GOMES, M. A. F. Uso agrícola das áreas de afloramento do Aqüífero Guarani no Brasil: implicações para a água subterrânea e proposta de gestão com enfoque agroambiental. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 35-44.

GOMES, M.A.F.; PEREIRA, L.C. (2011). **Áreas Frágeis no Brasil: subsídios à legislação ambiental.** Documentos. Embrapa Meio Ambiente. ISSN 1517-5111.

GRIMM, A. M. (2009). **Clima da Região Sul do Brasil**. In: IRACEMA, F. A. et al. (Org.). Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, p. 259-275.

_____. (2011). **Interannual climate variability in South America: impacts on seasonal precipitation, extreme events and possible effects of climate change**. Stoch. Environ. Res. Risk Assess., v. 4, n. 25, p. 537-554.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2011). **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE.

_____. (2012). **Produção da Pecuária Municipal.** Rio de Janeiro: IBGE.

_____. (2013). **Brasil em números.** Rio de Janeiro: IBGE.

_____. (2004). **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação.** Rio de Janeiro, IBGE. Acesso em: agosto 2014. Disponível em: http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm.IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. (2013a). **Duas décadas de desigualdade e pobreza no Brasil medidas pela Pnad/IBGE.** Comunicado No 159. Brasília.

_____. (2013b). **Políticas Sociais: acompanhamento e análise.** Brasília.

_____. (2014). **Objetivos de desenvolvimento do milênio – 5º relatório nacional de acompanhamento.** Brasília.

INSTITUTO ETHOS. (2013). **O Desafio da Harmonização das Políticas Públicas de Mudanças Climáticas.** V. II. São Paulo. Acesso em: agosto 2014. Disponível em: http://www3.ethos.org.br/cedoc/o-desafio-da-harmonizacao-das-politicas-publicas-de-mudancas-climaticas-volume-ii/.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (1992). **Normais Climatológicas do Brasil: 1961-1990.** Brasília, 465 p.

IPCC – Intergovernmnetal Panel on Climate Change. (2012). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, DJ. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IRENA – International Renewable Energy Agency (2014). **A Framework for Enhanced Renewable Energy Technology Adoption in Developing Countries: the Case of Bioethanol in Africa.** In press.

JUNK, W.; SOARES, M. G. M.; BAYLEY, P. B. (2007). **Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats.** Aquatic Ecosystem Health & Management, v. 2, n. 10.

JUNK, W. J.; CUNHA, N. C. (2005). **Pantanal: a large South American wetland at a crossroads.** Ecological Engineering, n. 24, p. 391-401.

KOSMAS, C. et al. (2006). **Environmental sensitive areas and indicators of desertification**. In: Desertification in the Mediterranean region. A security issue, NATO Security Through Science Series. V. 3. Brussels.

KOSMAS, C.; KIRKBY, M.; GEESON, N. (1999). **Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification**. European Commission: Brussels.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. (2005). **Tropical rivers.** Geomorphology, v. 3-4, n. 70, p. 187-206.

LAVADO, C. J. F. et al. (2009). **Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura, SWSpain.** Land Degradation & Development, n. 20, p. 129-144.

LIMA – Laboratório Interdisciplinar de Meio Ambiente. (2008). **Avaliação Ambiental Estratégica do Pólo Minero-Industrial de Corumbá e Influências sobre a Planície Pantaneira.** Relatório Executivo – PPE – 9134. UFRJ-COPPE.

MACHADO, A. B. M. et al. (2008). (Ed.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de Extinção**. v. 2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 1420 p.

MARENGO, J. A. et al. (2004). **Climatology of low level jet east of Andes as derived from the NCEP/NCAR reanalyses.** Journal of Climate, n. 17, p. 2261-2280.

MARENGO, J.A. et al. (2008a). **The drought of Amazonia in 2005**. Journal of Climate, 21: 495–516. DOI: 10.1175/2007JCLI1600.1.

MARENGO, J.A. et al. (2008b). **Hydro-climatic and ecological behaviour of the drought of Amazonia in 2005. Philosophical Transactions of the Royal Society of London.** Series B, Biological Sciences 363: 1773–1778. DOI: 10.1098/rstb.2007.0015.

MARENGO, J.A. et al. (2011). **The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region.** Geophys. Res. Lett., 38: 1-5.

MARENGO, J. A. et al. (2012). **Review Recent developments on the South American monsoon System.** Int. J. Climatol, n. 32, p. 1-21.

MARENGO, J.A. et al. (2013). **Recent Extremes of Drought and Flooding in Amazonia: Vulnerabilities and Human Adaptation.** American Journal of Climate Change, 2: 87-96 doi:10.4236/ajcc.2013.22009

MARTINS, M.; MOLINA, F. B. (2008). **Programa geral dos répteis ameaçados do Brasil.** p. 327-377. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. v. 2. Brasília: MMA; Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas.

MENDONÇA, R. C. et al. (2008). Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.D.P.; RIBEIRO, J.F (Eds). Cerrado: ecologia e flora. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, n. 2, p. 421-442.

MITTERMEIER, R. A. et al. (2005). **Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions.** Cemex, Hardcover, 392 p.

MYERS, N. et al. (2000). **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature, n. 403, p. 853-858.

NEILL, C. et al. (2006). **Hydrological and biogeochemical processes in a changing Amazon: results from small watershed studies and the large-scale biosphere-atmosphere experiment.** Hydrological Processes, n. 20, p. 2467-2476.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; ALMEIDA, O. T. (2006). **Globalization of the Amazon Soy and Beef Industries: Opportunities for Conservation.** Conservation Biology, v. 6, n. 20, p. 1595-1603.

NERI, M. (2012). **Desenvolvimento Inclusivo Sustentável?** Comunicado No 158. Brasília: IPEA.

NEUTZLING, J. (2007). **O setor externo da economia brasileira durante e após o Plano Real.** Perspectiva Econômica, São Leopoldo, v. 1, n. 3, p. 96-122.

NOBRE, C. A. et al. (2009). **Understanding the climate of Amazonia: Progress from LBA.** In: KELLER, M. et al. (Eds.). Amazonia and Global Change. American Geophysical Society, Washington, p. 145-147.

OVERBECK, G. E. et al. (2007). **Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos.** Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics, v. 1, n. 9, p. 101-116.

PAUPITZ, J. (2013). **Versão Final do Relatório Nacional de Implementação da UNCCD**. Secretaria de Extrativismos e Desenvolvimento Rural Sustentável. Brasília.

PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. (2013). Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2**. PBMC, Rio de Janeiro.

PIRES, M.O. (2000). Programas agrícolas na ocupação do Cerrado. Sociedade e Cultura, v.1-2, n.3, p. 111-131.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2013). **Relatório do Desenvolvimento Humano 2013.** A Ascensão do Sul: Progresso Humano num Mundo Diversificado. Nova York.

RATTER, J. A. et al. (2003). **Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: Comparison of the woody vegetation of 376 areas.** Edinb. J. Bot., v. 1, n. 60, p. 57-109.

REATTO, A. et al. (1998). **Solos do bioma cerrado: aspectos pedológicos**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). Cerrado: ambiente e flora Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 47-86.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. (1998). **Fitofisionomias do bioma Cerrado.** In: SANO, S. M.; Almeida, S. P. (Eds.). Cerrado: ambiente e flora. Embrapa Cerrados, Planaltina, p. 89-166.

RIBEIRO, M. C. et al. (2009). **The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.** Biological Conservation, 142, 1141-1153.

RIBEIRO NETO, A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CIRILO, J. A. (2011). **Impacto das mudanças climáticas no escoamento superficial usando modelo climático regional: Estado de Pernambuco – Nordeste do Brasil.** In: WORLD WATER CONGRESS, 14, 2011, Porto de Galinhas. Anais… Porto de Galinhas: IWRA.

ROCHA, G.A. (1996). **Mega reservatório de água subterrânea do Cone Sul: bases para uma política de desenvolvimento e gestão.** Curitiba: UFPR/ IDRC, 25 p.

RONCHAIL, J.G. et al. (2002). **Interannual rainfall variability in the Amazon basin and sea-surface temperatures in the equatorial Pacific and tropical Atlantic Oceans.** International Journal of Climatology, 22: 1663–1686. doi: 10.1002/joc.815.

SAATCHI, S. S. et al. (2007). **Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin.** Glob. Change Biol., n.13, p. 816-837.

SALVATI, L. et al. (2011). **Towards a process based evaluation of land susceptibility to soil degradation in Italy.** Ecological Indicators, n. 11, p. 1216-1227, 2011. doi: 10.1016/j.ecolind.2010.12.024.

SAMPAIO, E. V. S. B. (1995). **Overview of the Brazilian caatinga**. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (Eds.). Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press: Cambridge, p. 35-63.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S.; SAMPAIO, Y. (2009). **Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil.** In: Congresso Brasileiro do Solo, 30, Recife. Anais... Recife: SBCS. p. 90-112

SCARANO, F. R. (2002). **Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest.** Annals of Botany, n. 90, p. 517-524.

SEN, A. (1992). **Inequality reexamined.** Harvard University Press.

SILVA, J. R. C. (2000). **Erosão e produtividade do solo no semi-árido.** In: OLIVEIRA, T. S. et al. (Eds.). Agricultura, sustentabilidade e o semiárido. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p. 168-213.

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. (2005). **Conservação de anfíbios no Brasil.** Megadiversidade. Belo Horizonte, v.1, n. 1, p. 79-86.

SUASSUNA, J. (2009). **O Processo de Salinização das Águas Superficiais e Subterrâneas do Nordeste**. Acesso em: agosto 2014. Disponível em: http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/recuhidr/processo/processo.html

SUERTEGARAY, D. M. A.; SILVA, L. A. P. (2009). **Tche pampa: histórias da natureza gaúcha.** In: PILLAR, V. D. et al. (Org.). Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. MMA, Brasília, cap. 3, p 42-59.

TOMASELLA, J. et al. (2011). **The droughts of 1996–1997 and 2004–2005 in Amazonia: Hydrological response in the river main-stem.** Hydrol. Processes, 25, 1228–1242, doi:10.1002/hyp.7889.

UCS – Union of Concerned Scientists. (2014). **Brazil's Success in Reducing Deforestation**. Briefing #8. Acesso em: agosto 2014. Disponível em: http://www.ucsusa.org/assets/documents/global_warming/Brazil-s-Success-in-Reducing-Deforestation.pdf.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. (1991). **Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal.** Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. IBGE: Rio de Janeiro, 124p.

WANTZEN, K. M. (2008). **Towards a sustainable management concept for ecosystem services of the Pantanal wetland.** Ecohydroloy & Hydrobiology, v. 2, n. 8, p. 115-138. WMO/TD, n. 1266 (TMRP Rep. n. 70), p. 197-206.

Empoderando vidas.
Fortalecendo nações.

GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY
INVESTING IN OUR PLANET

Ministério das
**Relações Exteriores**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

Ministério da
**Ciência, Tecnologia e Inovação**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

ISBN 978-85-88063-21-1
9 788588 063211

FSC
www.fsc.org
MISTO
Papel produzido a partir de fontes responsáveis
FSC® C107317